

Determinação de Custos Reais Associados a Cenários de Produção

Francisco Vaz da Costa Marques Filhos & C, S.A.

José Miguel Gonçalves Esteves

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Nuno Soares

Orientador na Vaz da Costa: Engenheiro Miguel Barros



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2012-07-10

À minha família que me tornou quem eu sou hoje.

Resumo

A presente tese de mestrado foi criada no âmbito do mestrado integrado de Engenharia Mecânica com especialidade em Gestão da Produção e da cooperação da Galp Energia com o programa Galp 202020. O projeto decorreu na empresa Francisco Vaz da Costa Marques Filhos & C, S.A., sediada em Guimarães, com o intuito de quantificar os custos energéticos de produção.

O setor de acabamentos têxteis é aquele em que os maiores custos são provenientes do consumo de energias. Destacam-se o consumo de gás natural, água, eletricidade, gás propano e os vários químicos utilizados no processo produtivo.

Inicialmente fez-se uma recolha das várias possibilidades de monitorização dos vários consumos procedendo-se posteriormente à escolha das opções mais viáveis tendo em conta os seus custos, facilidade de implementação e precisão das várias alternativas. Foi conseguida uma quantificação detalhada dos consumos, que permitiu distinguir os custos de produção de centenas de artigos têxteis para os diferentes processos a que estes podem ser submetidos.

Após a recolha, tratamento e análise dos dados, surgiu a necessidade de criar um *software* que para além de calcular os consumos energéticos, permitisse auxiliar o processo de orçamentação incluindo todos os custos de produção diretos e indiretos de acordo com qualquer processo produtivo ou conjunto de processos. A criação do *software* permitiu definir as escolhas mais rentáveis no processamento de um artigo têxtil tal como a identificação dos processos responsáveis pelo maior consumo.

Palavras-Chave: Eficiência Energética – Acabamentos Têxteis – Determinação de custos.

Determination of Actual Costs Associated with Production Scenarios

Abstract

This thesis was originated within the integrated Master in Mechanical Engineering with specialization in Production Management, and co-operation of the Galp Energia with the program Galp 202020. The project took place in the company Francisco Vaz da Costa Marques & Filhos C, SA, based in Guimarães, in order to quantify the energy costs of production.

In the textile finishing industry, the highest costs come from energy consumption, standing out the consumption of natural gas, propane gas, electricity, water and the various chemicals used in the production process.

Initially was made a collection of different options to monitoring the various types of consumption and then, the choice of the most viable options was made, taking into account the costs, implementation and accuracy of the various alternatives. Was achieved a detailed quantification of consumption, in such a way that allowed to distinguish the production costs of hundreds of textile articles for each process.

In order to assist in the budgeting process of finishing, a software was created that not only calculates the energy consumption, but also allows us to calculate all the costs of direct and indirect production, according to any production process or set of processes. The creation of the software allowed the definition of most profitable choices in the production process, such as the identification of factors responsible for higher consumption.

Keywords: Energy Efficiency – Textile Finishing – Determination of costs.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a todos os colaboradores da Vaz da Costa que me acolheram e ajudaram sempre com um sorriso.

Um agradecimento especial ao Eng. Miguel Barros pela preciosa orientação que me deu, pela preocupação que sempre demonstrou por mim e pela grande oportunidade que me concedeu.

Um muito obrigado ao Professor Nuno Soares, orientador da FEUP, pela sua sabedoria e por me ter acompanhado e incentivado mesmo nas alturas mais difíceis.

Um agradecimento enorme ao Professor Fernando Martins que sempre o terei como modelo de profissionalismo e simpatia.

Um muito obrigado à GALP Energia por criar projetos inovadores que aproximam as empresas aos jovens universitários.

Um agradecimento muito especial à Dana pelo apoio, pela motivação e incentivo incansáveis.

Um agradecimento à FEUP pela qualidade de ensino e excelência.

Um muito obrigado a todos os meus amigos.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	9
1.1	Apresentação e Contexto do Projeto	9
1.2	Francisco Vaz da Costa Marques Filhos & C, S.A.	9
1.3	Problema	10
1.4	Organização da tese	11
2	Descrição do processo produtivo	12
2.1	Tratamento prévio ou de preparação	12
2.2	Tingimento	13
2.3	Acabamentos	13
2.4	Revista	13
3	Abordagem ao problema	14
3.1	Contabilização do Gás Natural	14
3.1.1	Método de contabilização do vapor de água por cálculos	14
3.1.2	Método de contabilização do vapor de água por medidores de caudal	16
3.1.3	Método de contabilização do vapor de água pelo sistema de purgas	18
3.2	Contabilização da eletricidade	19
3.2.1	Método por recolha das potências nominais	19
3.2.2	Método por uso de um multímetro	19
3.2.3	Método por contadores elétricos	19
3.2.4	Método por sistema agregado de contadores elétricos	20
3.2.5	Contabilização da energia usada no sistema de ar comprimido	20
3.3	Contabilização da água	20
3.3.1	Água usada como dissolvente nos banhos químicos	20
3.3.2	Água usada na caldeira	21
3.4	Contabilização dos produtos químicos	21
3.5	Gás propano	22
3.5.1	Cargas e descargas	22
3.5.2	Movimentações internas	22
3.6	Soluções escolhidas	22
3.6.1	Medição do consumo elétrico	22
3.6.2	Medição de gás natural	23
3.6.3	Medição dos banhos químicos	23
3.6.4	Medição de vapor de água	23
3.6.5	Medição de gás propano	23
4	Métodos de contagem e tratamento dos dados	24
4.1	Ficha de consumos	24
4.2	Retificação da metodologia de consumos	25
4.3	Importância dos fatores de consumos	26
4.4	Escolha das variáveis iniciais	26
4.5	Cálculo dos fatores	27
4.5.1	Comprimento	28
4.5.2	Peso	29
4.5.3	Banho	29

4.5.4	Banho + Peso	30
4.5.5	Conclusão do exemplo em estudo.....	30
4.6	Resultados obtidos.....	31
5	Análise dos resultados	32
5.1	Distribuição dos custos numa lavagem.....	32
5.1.1	Desagregação dos consumos energéticos numa lavagem.....	32
5.1.2	Desagregação dos custos de produção numa lavagem	33
5.1.3	Divisão dos custos por processo de produção numa lavagem	34
5.2	Distribuição dos custos num branqueamento extra	35
5.3	Distribuição dos custos num tingimento de reativos	36
5.4	Conclusão da análise	37
6	Software de apoio	39
6.1	Custos abrangidos pelo software	39
6.2	Descrição do software.....	40
6.2.1	Características do artigo	41
6.2.2	Circuito de produção.....	43
6.2.3	Fatores de custo	47
6.3	Algoritmo do software.....	48
6.4	Conclusão do <i>software</i>	49
7	Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros	50
7.1	Conclusões	50
7.2	Perspectivas de trabalhos futuros	50
8	Referências	51
9	ANEXO A: Descrição detalhada do processo produtivo.....	54
10	ANEXO B: Resumo de todas as máquinas, consumos e contadores existentes.....	60
11	ANEXO C: Características de funcionamento dos vários tipos de máquinas	61
12	ANEXO D: Fluxograma do processo	65
13	ANEXO E: Identificação dos fatores de conversão de consumos de acabar.....	66
14	ANEXO F: Cálculo dos custos dos diferentes tipos de consumos energéticos.....	67
15	ANEXO G: Cálculo dos custos dos diferentes fatores de consumo para os vários processos.....	68

Índice de Figuras

Figura 1: Vaz da Costa (Costa 2012).....	9
Figura 2: Logotipo Vaz da Costa (Costa 2012).....	10
Figura 3: Percentagem do consumo global dos custos de energia registada em 2010 (ISQ 2010).....	10
Figura 4: Esquema típico de serpentinas usando vapor saturado e vapor sobreaquecido. (Spirax-Sarco 2012) ..	15
Figura 5: Medidor Placa Orifício (Spirax-Sarco 2012).....	17
Figura 6: Típico tubo de Pitot (Spirax-Sarco 2012)	17
Figura 7: Medidor de área variável. (Spirax-Sarco 2012)	17
Figura 8: Vista de corte de Rotâmetro (Webster 1999).....	17
Figura 9: Medidor de turbina (Spirax-Sarco 2012)	18
Figura 10: Esquema de um medidor do tipo Vortex (Spirax-Sarco 2012).....	18
Figura 11: Esquema de recolha de massa de condensados. (Spirax-Sarco 2012)	18
Figura 12: Opções dos vários contadores elétricos	19
Figura 13: Sistema de contadores elétricos com consola incorporada. (Infocontrol 2012).....	20
Figura 14 Caudalímetro ISOMAG modelo MS501, custo de 1.018,00€, (Sistimetra 2012).....	21
Figura 15 Marca: Lovato, custo de 350€ mais módulo de comunicação 350€.....	22
Figura 16 Ficha de consumos da máquina de lavar/mercerizar para o processo de mercerização de fios tintos.	25
Figura 17: Compilação dos dados retirados de vários artigos	27
Figura 18: Identificação da variável que melhor estima os consumos de eletricidade de acabar/amaciar.	28
Figura 19: Divisão dos consumos energéticos numa lavagem	32
Figura 20: Desagregação dos custos de produção numa lavagem	33
Figura 21: Divisão dos custos por processo de produção	34
Figura 22: Divisão dos custos energéticos e dos custos de produção.....	35
Figura 23: Divisão de custos de produção por processo num branqueamento extra.....	36
Figura 24: Divisão de custos energéticos e custos de produção num tingimento de reativos.	36
Figura 25: Divisão de custo de produção por processo num tingimento de reativos	37
Figura 26: Página inicial do Software correspondente às características do artigo.....	41
Figura 27: Dados do artigo	41
Figura 28: Cálculo automático do peso.	41
Figura 29: Opção de gravar os artigos na base de dados.	42
Figura 30: Base de dados dos artigos e da taxa de absorção.....	42
Figura 31: Escolha do tipo de expedição do artigo.....	43
Figura 32: Escolha do circuito de produção.....	43
Figura 33: Escolha da secção.....	43
Figura 34: Filtragem automática das operações de acordo com a secção escolhida.....	44
Figura 35: Escolha automática do código de banho usado para esta operação tal como os litros previstos	44
Figura 36: Possibilidade de alterar e gravar a taxa de absorção de cada artigo para cada processo.	44
Figura 37: Escolha de circuitos de produção.	45
Figura 38: Simulação de custos de um tingimento de reativos de um Percalé com 2000 metros.....	45
Figura 39: Resumo dos custos de produção de tingimento de reativos de um Percalé de 2000 metros.....	46
Figura 40: Consumos detalhados do tingimento de reativos de um Percalé de 2000 metros.....	46
Figura 41: Custo das matérias-primas mais utilizadas e das energias.	47
Figura 42: Tabela onde cada operação tem um código correspondente.	48
Figura 43: Tabela ao qual o programa usa para encontrar o consumo e gastos de uma determinada operação	48
Figura 44: Método Sanfor. (Araujo e Castro 1987).....	58
Figura 45: Esquema da Secadora de cilindros (Spirax-Sarco 2012)	58

1 Introdução

1.1 Apresentação e Contexto do Projeto

A presente tese de mestrado teve origem no âmbito do Mestrado Integrado de Engenharia Mecânica com especialidade em Gestão da Produção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. A Galp Energia® com a cooperação com a FEUP disponibilizou o Programa GALP 202020 que tem como principal objetivo gerar estudos sobre eficiência energética das empresas suas clientes. A Francisco Vaz da Costa Marques Filhos & C^a, S.A., doravante designada como Vaz da Costa, foi a empresa onde esse estudo, e consequente tese, se desenvolveu.

A indústria têxtil é uma das indústrias mais complexas no seu fabrico devido à fragmentação e heterogeneidade do setor dominado maioritariamente por pequenas e médias empresas. A energia é um dos principais custos destas empresas. Especialmente neste momento de elevados e voláteis preços de energia é impreterível que a melhoria da eficiência energética seja uma das principais preocupações.

Entende-se por eficiência energética como a qualidade de fazer o uso da mesma quantidade de energia obtendo mais produção, ou por outras palavras, a redução dos consumos energéticos sem que em detrimento disso haja uma diminuição da produção. “Portugal tem cerca de 7 mil empresas laborando em todos os subsectores da indústria têxtil e do vestuário.” (ATP, 2012). Num *cluster* de tantas empresas a competitividade neste setor é enorme, tornando-se necessário que as empresas consigam reduzir os custos de produção mantendo os mesmos níveis de produtividade e de qualidade.

Assim, o objetivo deste projeto é delinear onde estão os principais consumos energéticos, identificar os setores e equipamentos com potencial de redução de consumo e propor melhorias ou ferramentas que consigam atingir maior eficiência energética.

1.2 Francisco Vaz da Costa Marques Filhos & C, S.A.

A Vaz da Costa é uma empresa sediada em Guimarães, de estrutura familiar fundada pelo pai dos atuais administradores. Foi fundada em 1950 onde inicialmente se dedicava à produção de bordados para Têxteis lar com a marca Bovi®.



Figura 1: Vaz da Costa (Costa 2012)

Em 1974 foi criada uma linha de produção para prestação de serviços de Acabamentos Têxteis. Ao longo dos anos, as duas vertentes da empresa cresceram através de investimento em máquinas, *software*, recursos humanos e no desenvolvimento de laboratórios de controlo de qualidade e investigação. Inicialmente, apenas a marca Bovi era o espelho de qualidade dos acabamentos, impulsionando o crescimento da Vaz da Costa no mercado da prestação de serviços de acabamentos têxteis. Graças às várias presenças da Bovi em feiras internacionais, a qualidade dos acabamentos Vaz da Costa foi reconhecida permitindo, hoje em dia, a exportação dos seus serviços para o mercado espanhol, francês, entre outros.



Figura 2: Logotipo Vaz da Costa (Costa 2012)

A presente tese tem apenas como objetivo explorar os custos energéticos referente à área de acabamentos.

1.3 Problema

O setor dos acabamentos têxteis é aquele em que os maiores custos de produção são provenientes do consumo de energias. Existem 3 tipos de consumo: eletricidade, gás butano e

Distribuição do consumo global de energia

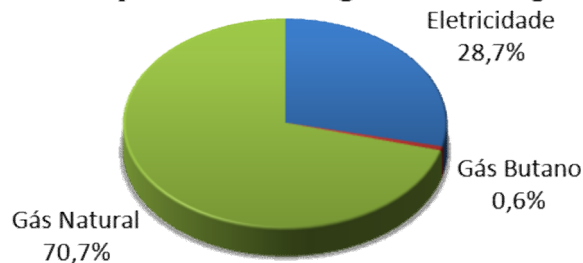


Figura 3: Percentagem do consumo global dos custos de energia registada em 2010 (ISQ 2010)

Gás Natural. Este último é aquele que tem maior consumo distribuindo-se por vários setores.

Esta parcela constitui todo o gasto utilizado como fonte de energia térmica usadas pelas caldeiras de vapor, caldeiras de termo fluido e algumas máquinas diretamente. Os carregamentos, descarregamentos e movimentos internos dos vários artigos é feito por empilhadoras, responsáveis exclusivamente pelo consumo de gás butano. A eletricidade é utilizada para o acionamento de motores elétricos, climatização, zona de bordados da Bovi, iluminação, ar comprimido, etc.

Já são muitos os equipamentos para reutilização e reaproveitamento de energia existentes em toda a empresa. Dois recuperadores de calor, recuperação da soda cáustica, aquecimento proveniente dos efluentes quentes, reaproveitamento dos gases de escape das caldeiras para aquecer a água de fonte fria para as máquinas de lavar e branquear com água em contra corrente. Contudo nunca foi feito um estudo aprofundado dos consumos de cada máquina ou até mesmo de cada secção. Criar um modelo energético que reproduza os custos reais da fábrica e delinear quais os cenários de produção mais adequados aos custos reais da empresa são os objetivos da presente tese.

1.4 Organização da tese

A presente tese está estruturada em 8 capítulos.

O primeiro capítulo expõe a empresa, o contexto do projeto e uma breve descrição do problema.

O segundo capítulo descreve todo o processo produtivo. Explica-se cada uma das operações usuais nos acabamentos têxteis e para cada um dos processos descreve-se que tipo de consumos que têm e faz-se uma pequena analogia com o que se pode encontrar na empresa.

O terceiro capítulo resume todos os métodos de contagens dos diferentes consumos que foram propostos. Compara-se tempo de implementação, precisão das contagens e o preço. Posteriormente são dadas as opções e métodos escolhidos para a medição dos consumos.

O quarto capítulo aborda o método de contagem. Mostra qual o método utilizado para fazer as medições e exemplifica as fichas de consumo utilizadas nas medições. Em seguida é abordado o tratamento dos resultados recolhidos. Devido à variabilidade das medições foi necessário criar metodologias para identificar os fatores responsáveis por determinados tipos de custos.

O quinto capítulo evidencia a divisão dos diferentes custos. São abordados três circuitos de produção onde se discrimina que custos têm e onde são utilizados. Para cada um destes circuitos é feita uma análise dos custos energéticos, dos custos de produção e dos custos por processo.

O sexto capítulo descreve o *software* concebido para auxiliar na orçamentação dos acabamentos realizados na empresa. Este programa calcula os custos dos diversos consumos da empresa de acordo com o circuito de produção inserido pelo utilizador. Inicialmente exposta a necessidade de criar um *software* para esse efeito e posteriormente é explicado como se utiliza e qual a base do algoritmo.

No sétimo e último capítulo são feitas as conclusões da presente tese e descrição de algumas propostas de trabalhos futuros.

2 Descrição do processo produtivo

O processo têxtil é constituído por cinco etapas gerais de processamento.

- Produção de fibras
- Produção de fio
- Produção de “tecido”
- Ultimação
- Confeção

A presente tese destina-se ao estudo energético dos processos de ultimação têxtil. Este setor tem como matérias-primas tecidos dos mais diversos tipos de fibras naturais e não naturais (algodão, lã, fibras sintéticas, artificiais e híbridos) sendo necessário que haja métodos de processamento para cada tipo de artigo de acordo com a sua constituição e modo de tecelagem. “A ultimação constitui, neste setor têxtil, a etapa mais complexa e a que envolve os mais diferenciados processos. Nesta etapa procede-se à preparação para o tingimento, a estamparia, os acabamentos químicos e os acabamentos mecânicos. [...] Existem, no entanto inúmeras empresas dedicadas exclusivamente aos processos de ultimação” (INETI 2000). Em seguida serão descritos muito resumidamente os processos produtivos característicos do acabamento de um artigo têxtil, contudo, no Anexo A descreve-se mais detalhadamente todos os processos, em que consistem, os tipos de consumos e referencia-se sucintamente as características das máquinas na Vaz da Costa. Informação detalhada e o modo de funcionamento das máquinas pode ser encontrada no Anexo C. A ordem dos vários processos produtivos pode ser alterada de acordo com o objetivo final do acabamento, no entanto o fluxograma geral do processo está disponível no Anexo D.

2.1 Tratamento prévio ou de preparação

- Enrolamento - O tecido é enrolado em volta de um cavalete ao qual todas as máquinas estão ajustadas a essas dimensões.
- Gasagem - Eliminação das fibras soltas do tecido melhorando o seu aspeto.
- Desencolagem – Eliminação das resinas e gomas utilizadas na fiação.
- Maturação – Disposição dos artigos têxteis em rolos em constante movimento para que os químicos adiram eficazmente ao tecido.
- Mercerização – Tratamento do artigo têxtil numa solução de soda cáustica proporcionando ao artigo maior brilho, maior resistência à tração e uma melhoria de absorção de corantes.
- Fervura – Remoção de todas as impurezas contidas no algodão através de banhos de soluções alcalinas.
- Branqueamento – Eliminação do corante natural do algodão aumentando a brancura com ou sem o auxílio de aditivos oxidantes.

2.2 Tingimento

- Tingimento reativo – Tingimento através de corantes que se ligam quimicamente ao tecido através de produtos auxiliares como silicatos e soda cáustica.
- Tingimento por cuba – Tingimento destinado a artigos de grandes solicitações e resistência às lavagens (hospitais, hotelaria, etc.) onde os corantes são insolúveis em água e onde a ligação com o tecido é conseguida através de soluções oxidantes.
- Tingimento por pigmentos – Tingimentos através de corantes insolúveis que se aderem ao tecido através dos produtos auxiliares.
- Tingimento por dispersos e reativos – O tingimento reativo tem como objetivo o tingimento das fibras de algodão, já as fibras sintéticas são tingidas por corantes dispersos através do uso de calor.

2.3 Acabamentos

- Calandragem – Acabamento mecânico que tem como objetivo tirar os vincos criados por processos anteriores.
- Encolhimento por compressão – Operação que regula compressão e humidade para estabilizar as dimensões do tecido ao comprimento mesmo depois de lavagens.
- Secagem – Processo de secagem de artigos têxteis através do contacto com cilindros aquecidos através de vapor de água.
- Acabamentos químicos – Submissão de um tecido a um banho com ou sem tratamento térmico que confere ao artigo propriedades como anti-inflamável, anti-nódoas, anti-traças, etc..

2.4 Revista

- Revista em rolo – Enrolamento do tecido em tubos de diversos comprimentos e larguras.
- Enfestar a meio – Processo de dobra do tecido a todo o comprimento e posteriormente disposto por peças ou para paletes.
- Enfestar em rolo – Processo de dobra do tecido a todo o comprimento e posteriormente disposto em rolos.
- Enfestar à inglesa – Processo de duas dobras consecutivas e posteriormente disposto em peças.
- Enfestar em tábua – Processo idêntico ao de enfestar a meio contudo o tecido vem enrolado sobre si mesmo.

3 Abordagem ao problema

Após um período de compreensão do processo produtivo deu-se lugar à recolha dos diversos tipos de consumos da fábrica e o estudo de como os contabilizar. Numa abordagem mais sucinta a fábrica tem os seguintes consumos:

- Gás Natural – Maioritariamente utilizado na produção de vapor de água e nas caldeiras de termo-fluído. A Gaseadeira também consome gás natural diretamente na produção de chama e na Ramula para o aquecimento.
- Eletricidade – Toda força motriz necessária para mover o tecido ao longo dos processos de fabrico é feita eletricamente. Também é usado para iluminação, ventilação, sistemas hidráulicos, ar comprimido e escritórios.
- Água – Usada diretamente para fazer soluções com os mais diversos químicos e também diretamente nas máquinas para lavagens e arrefecimento.
- Químicos – Usados na preparação, tingimento e acabamentos dos artigos.
- Gás Propano – Combustível usado pelas empilhadoras.

O Anexo B compila em detalhe todo o tipo de máquinas e todos os seus tipos de consumo tal como os contadores existentes na empresa à data de início do projeto. Em seguida efetua-se o estudo de quais as possibilidades de quantificação de cada um dos consumos. Tendo em conta não haver nenhum contador elétrico, de vapores ou de líquidos, foi elaborado um pequeno estudo para determinar quais as alternativas para contabilizar cada um dos consumos. As alternativas embarcam tanto soluções teóricas com pouca precisão mas de baixo custo, como soluções precisas com custos elevados. Após as várias alternativas serem apresentadas, será indicada qual a solução tomada e a sua justificação.

3.1 Contabilização do Gás Natural

O gás natural é consumido diretamente em duas máquinas, na Gaseadeira e na Ramula. Estas duas máquinas já continham dispositivos que contabilizavam o caudal de gás natural utilizado. O mesmo tipo de contadores também se encontra nas duas caldeiras a vapor e nas duas caldeiras de termo fluidos.

A maior dificuldade resultou dos consumos indiretos do gás natural, quando é usado para aquecer o vapor de água. O vapor de água é consumido por oito máquinas para o aquecimento de água ou banhos químicos através de permutadores de serpentinas ou para secar o tecido na secadora de cilindros.

3.1.1 Método de contabilização do vapor de água por cálculos

O vapor de água é utilizado em duas formas diferentes: para o aquecimento com permutadores em forma de serpentina ou cilindros em contato direto com o tecido. O vapor de água é produzido na caldeira que depois é transportado pela canalização até às máquinas.

Para contabilizar qual o valor de caudal mássico de vapor de água utilizado é necessário saber qual o diferencial de temperatura a que vai ser submetido. Esta diferença depende de máquina

para máquina contudo a base teórica é a mesma pois o método de aquecimento é feito pelo mesmo tipo de permutadores.

A energia necessária para aquecer ΔT é dado por:

$$Q = mc_p\Delta T$$

Equação 3.1.1

- Q Calor necessário (kJ)
- c_p Calor específico da água (kJ/kg °C)
- m Massa de água (kg)
- ΔT Aumento de temperatura (°C)

Dividindo a equação pelo tempo, obtemos potência calorífica em função de caudal mássico de água.

$$\dot{Q} = \dot{m}c_p\Delta T$$

Equação 3.1.2

- \dot{Q} Potência calorífica (kW ou kJ/s)
- c_p Calor específico da água (kJ/kg °C)
- \dot{m} Caudal mássico da água (kg/s)
- ΔT Aumento de temperatura (°C)

A energia contida no vapor de água é dada pela entalpia para uma determinada temperatura e pressão. Sabe-se que o vapor sai da caldeira sobreaquecido mas que ao longo do sistema de tubagens vai dissipando alguma da energia que contem.

Para permutadores de calor, pode-se utilizar o vapor saturado ou sobreaquecido, contudo a energia libertada pela transformação de vapor em líquido é bastante maior do que a libertação de calor de um vapor que esteja sobreaquecido. (Spirax-Sarco 2012)

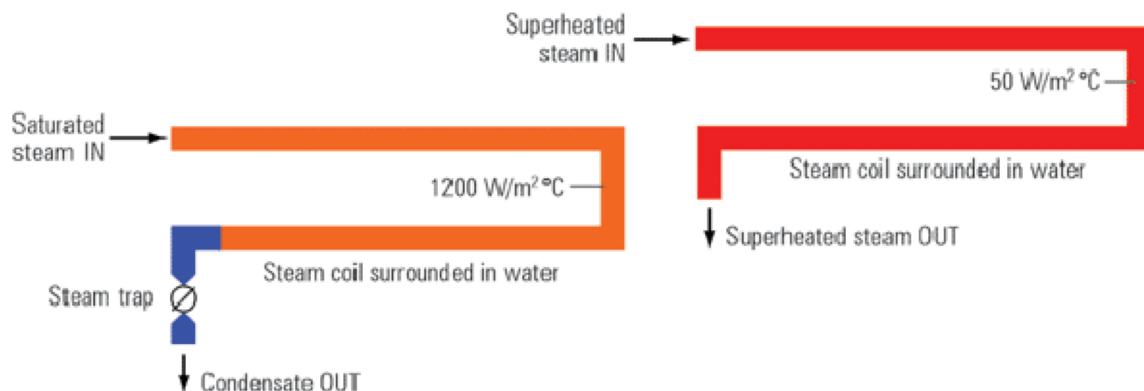


Figura 4: Esquema típico de serpentinas usando vapor saturado e vapor sobreaquecido. (Spirax-Sarco 2012)

Quando o vapor se condensa é redirecionado para um tanque de condensados para voltar a ser aquecido na caldeira, por isso é de todo vantajoso que se use o vapor saturado ao invés de vapor sobreaquecido.

Sendo assim, a entalpia contida no vapor saturado é a diferença entre as entalpias de vapor e líquido saturado para uma dada pressão ou temperatura. E a potência calorífica do vapor de água é dada por:

$$\dot{Q} = \dot{m}_v h_{fg}$$

Equação 3.1.3

\dot{Q}	Potencia calorifica (kW ou kJ/s)
h_{fg}	Entalpia (kJ/kg)
\dot{m}_v	Caudal mássico do vapor (kg/s)
ΔT	Aumento de temperatura (°C)

Igualando as equações 3.1.3 e 3.1.2 obtemos:

$$\dot{Q} = \dot{m}_v h_{fg} = \dot{m} c_p \Delta T$$

Equação 3.1.4

\dot{Q}	Potencia calorifica (kW ou kJ/s)
h_{fg}	Entalpia (kJ/kg)
\dot{m}_v	Caudal mássico do vapor (kg/s)
ΔT	Aumento de temperatura (°C)
\dot{m}	Caudal mássico da água (kg/s)

Ou seja, sabendo o aumento de temperatura e o caudal mássico de água, conseguimos obter o valor teórico necessário de caudal de vapor.

Como os resultados obtidos não contabilizam fugas, dissipações de energia e eficiência dos permutadores de calor será feita uma abordagem por pesos de utilização. Ou seja, a cada um dos processos, será atribuído um peso de acordo com os consumos calculados empiricamente. Quanto maior o caudal calculado, maior será o peso desse processo. A distribuição do vapor total produzido na caldeira será dividida para cada processo de acordo com o peso dado anteriormente.

3.1.2 Método de contabilização do vapor de água por medidores de caudal

Existem vários tipos de medidores de caudais e é possível classificá-los de acordo com o princípio em que atuam, contudo, muitos têm apenas aplicabilidade para líquidos. Como tal,

apenas se apresenta o conjunto de medidores mais apropriados para medição de caudal de vapor saturado.

Placa orifício.

O método destes medidores é baseado na equação de Bernoulli. Quando é colocada uma restrição num canal onde passa um fluido então a velocidade do fluido nessa restrição aumenta e conseqüentemente diminui a pressão estática nessa região. Mais de 40% dos medidores de líquidos, gás e vapor utilizam este princípio. (Webster 1999)

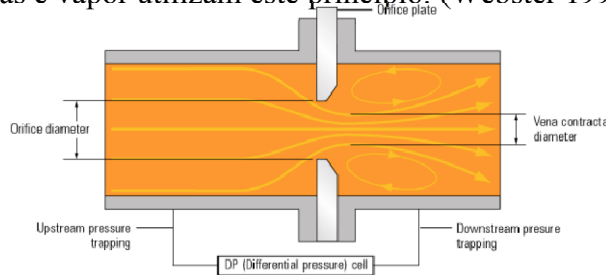


Figura 5: Medidor Placa Orifício (Spirax-Sarco 2012)

Tubo de Pitot

Uma sonda com uma pequena abertura é inserida na direção do fluido. Nessa mesma entrada a velocidade é zero. Comparando a pressão desse ponto com a pressão estática é possível obter a velocidade do fluido. (eFundu 2012)

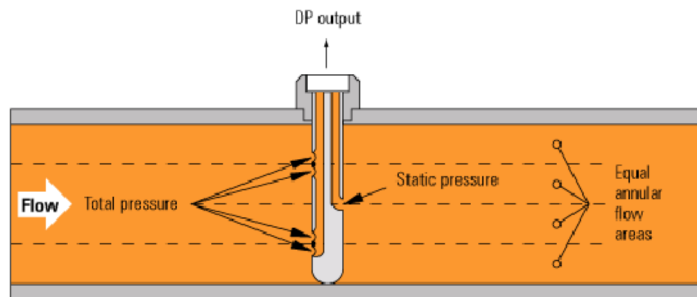


Figura 6: Típico tubo de Pitot (Spirax-Sarco 2012)

Rotâmetro

Conhecido também por medidor de área variável refere-se aos medidores onde a zona de restrição por onde passa o fluido em estudo é variável com o caudal. Apesar de poderem ser utilizados no cálculo de caudal de vapor de água saturada, encontra-se com limitações pois não conferem uma medição estável, usado em pressões razoáveis e diâmetros até 100mm.

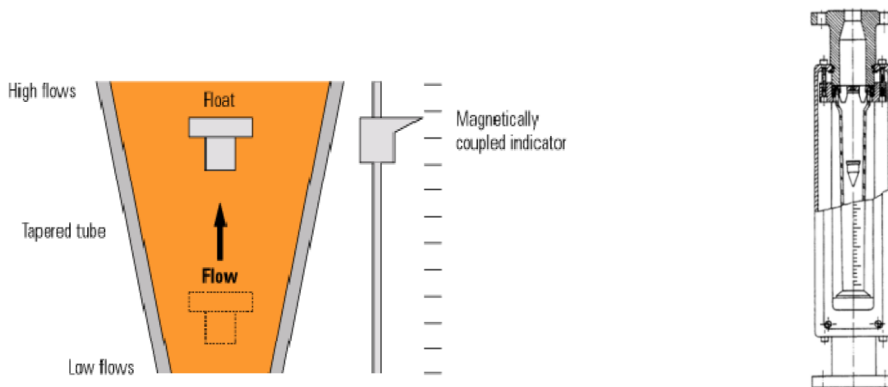


Figura 7: Medidor de área variável. (Spirax-Sarco 2012)

Figura 8: Vista de corte de Rotâmetro (Webster 1999)

Medidor por turbina

Estes dispositivos consistem num pequeno rotor com várias pás que é acoplado a um certo ângulo dependendo do tipo de medidor. O tamanho do rotor é ligeiramente mais pequeno que o diâmetro do tubo e a velocidade de rotação é proporcional ao caudal. (Spirax-Sarco 2012) e (Webster 1999).

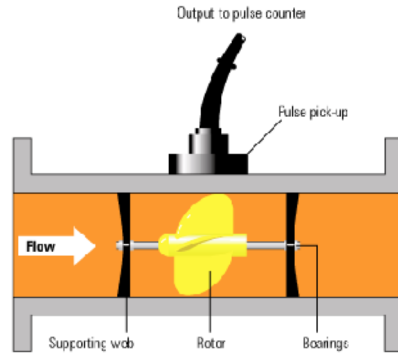


Figura 9: Medidor de turbina (Spirax-Sarco 2012)

Medidor do tipo Vortex

Este medidor consiste numa pequena barreira no sentido do fluido em que cria remoinhos no escoamento. A frequência desses remoinhos pode ser relacionada com o caudal.

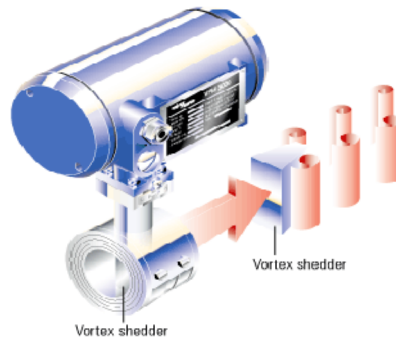


Figura 10: Esquema de um medidor do tipo Vortex (Spirax-Sarco 2012)

3.1.3 Método de contabilização do vapor de água pelo sistema de purgas

O consumo de vapor pode ser medido diretamente através da massa de condensado recolhido num recipiente num determinado período de tempo.

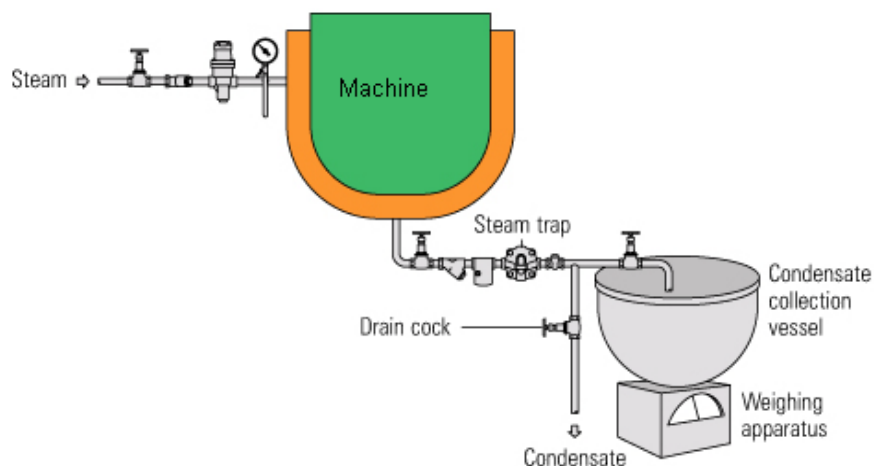


Figura 11: Esquema de recolha de massa de condensados. (Spirax-Sarco 2012)

Este pode não ser um dos métodos mais precisos mas continua a ser mais fiável que por cálculos. (Spirax-Sarco 2012). Para aplicar este processo basta acoplar uma torneira logo após o sistema de purgas e através de uma balança e um recipiente, podemos saber qual a variação da massa de água. Como pode haver casos em que a descompressão do condensado possa fazer com que ele volte a evaporar é aconselhável que no recipiente já contenha água fria. Quanto maior o tempo do teste, mais preciso é o teste.

3.2 Contabilização da eletricidade

A eletricidade é responsável por toda a força motriz da fábrica tal como iluminação, sistemas de ar comprimido, sistemas hidráulico e ventilação. Nos consumos elétricos, nenhuma das máquinas tinha qualquer tipo de contador o que levou a delinear várias alternativas para tentar obter esses valores.

3.2.1 Método por recolha das potências nominais

Em cada uma das máquinas existe a informação das potências nominais a que estão sujeitas. Esta seria uma das alternativas, recolher toda a informação sobre as máquinas e a aproximação do consumo através das horas que estão em funcionamento. Contudo algumas das máquinas já tinham sido alteradas e acrescentado um ou outro dispositivo. Outras foram otimizadas de tal forma que os valores que indicam não correspondem ao consumo real da máquina. Além disso, os valores obtidos corresponderiam a valores nominais máximos, quando a máquina poderia estar a trabalhar a uma fração da sua potência.

3.2.2 Método por uso de um multímetro.

Para análises de consumos de máquinas com gastos constantes foi possível adquirir um multímetro com a capacidade de leitura adequada a todo o tipo de quadros elétricos. Com o intuito de poupança de custos relativo à compra de medidores de consumos apropriados, surgiu a opção de usar o multímetro para toda a fábrica. Esta opção implica a contagem de todas as máquinas e de cada tipo de artigo que pode processar de modo a ter a informação mais detalhada possível.

3.2.3 Método por contadores elétricos.

Uma outra alternativa seria criar uma base de dados com as informações dos consumos das máquinas com maior carga elétrica. Para isso é necessário adquirir contadores elétricos trifásicos mas com a capacidade de comunicação Ethernet ou módulos de expansão que possibilitem essa comunicação. Em seguida apresenta-se contadores deste tipo providenciados por diferentes fornecedores.



Figura 12: Opções dos vários contadores elétricos

- Marca: Lovato, custo de 350€ mais módulo de comunicação 350€ (Empresa responsável pela manutenção elétrica, Tecnicunha)
- Marca: IME CE4DT14A6 IMP, custo de 107€ mais módulo de comunicação 96€ (MVA-Electrotecnia 2012)
- Marca: EMU 955200, custo de 165€ com o módulo de comunicação incluído (INOVASENSE 2012)

3.2.4 Método por sistema agregado de contadores elétricos.

Como terceira alternativa, foi proposta a instalação de um serviço de contadores elétricos com as comunicações, contadores, sistemas de base de dados e ligação à internet já incluídos. Este tipo de serviço é efetuado por uma empresa externa onde avalia as necessidades de contabilização elétricas e cria um modelo adaptado à fábrica.

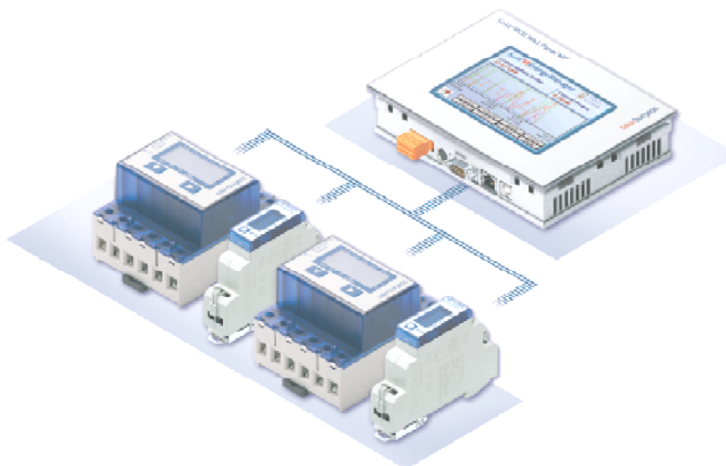


Figura 13: Sistema de contadores elétricos com consola incorporada.
(Infocontrol 2012)

3.2.5 Contabilização da energia usada no sistema de ar comprimido

O sistema de ar comprimido é constituído por uma bomba de compressão que se encontra no andar de baixo da fábrica e as canalizações que ligam todas as máquinas. A zona de admissão do cavalete das máquinas é composta por um braço que em contacto com o cavalete, o faz girar. O movimento do braço é conseguido através de atuadores pneumáticos. As máquinas tanto podem ter este tipo de braços na zona de receção e expedição do tecido ou só na zona de expedição.

Os custos associados ao sistema são apenas elétricos. Será feita a contabilização do custo de funcionamento do sistema de ar comprimido e alocar esses custos aos tecidos que são processados nas máquinas que usam os atuadores.

3.3 Contabilização da água

A água utilizada para os processos de fabrico provém do sistema de águas sanitárias e de poços feitos na empresa. A maior parte da água utilizada na lavagem, mercerização e branqueamento dos artigos têxteis e sob a forma de dissolvente de banhos na secção de preparação, tingimento e acabamentos.

3.3.1 Água usada como dissolvente nos banhos químicos

A cada artigo que é processado numa máquina que implique banhos químicos existe uma predefinição dos químicos e da água que se supõe o tecido absorver. Existe duas possibilidades de quantificar essa água usada, ou pelas taxas de absorção utilizadas no tecido ou através de um caudalímetro.

Através da taxa de absorção de um tecido

Apesar dos valores das taxas de absorção de cada artigo já estarem tabelados decidiu-se utilizar um método de observação mais quantificável e fiável. Para cada um dos processos em estudo e para cada artigo recolher-se-á uma amostra antes e depois do tecido ser processado e através da diferença de peso é possível inferir sobre as taxas de absorção e claro, os litros de água que utilizou.

Através de um caudalímetro

Para uma contabilização bem mais precisa haverá a opção de adquirir um caudalímetro para cada máquina que use banhos químicos. Como já foi referido anteriormente, as concentrações definidas dos banhos já estão pré definidas, apenas falta contabilizar o que cada artigo consome desse banho.

Os caudalímetros apropriados para este tipo de serviços teriam que ser resistentes aos agentes corrosivos em medição.



Figura 14 Caudalímetro ISOMAG modelo MS501, custo de 1.018,00€, (Sistimetra 2012)

3.3.2 Água usada na caldeira

A água usada na caldeira tem como origem os condensados, contudo parte do vapor de água é desperdiçado nos processos ou até mesmo em fugas. Para fazer a quantificação da água de fonte nova para a caldeira de vapor, foi necessário recorrer a estudos efetuados na fábrica onde refere que 20% da água que entra na caldeira provém de fonte nova. Com este dado basta calcular o caudal de produção da caldeira obtendo-se o gasto de litros de água.

3.4 Contabilização dos produtos químicos

Para os químicos, usou-se a mesma via de pensamento que a contabilização da água nos banhos. Através da análise do tecido antes e depois do processamento conseguimos saber qual o valor de cada químico consumido.

Para cada um dos processos existe uma base de dados com todo o tipo de tratamentos que o tecido pode vir a receber. O sistema tem guardado o conjunto de químicos mais utilizados, funcionando como receitas predefinidas para cada um dos artigos. Todas estas receitas são pedidas ao sistema, que depois é depositado para tanques que alimentam o balseiro da máquina com a quantidade de banho químico adequada. O dissolvente utilizado é a água.

3.5 Gás propano

3.5.1 Cargas e descargas

Em contacto com a empresa que forneceu os empilhadores, foi possível saber qual a autonomia de uma botija de gás numa empilhadora. Para utilizações de cargas e descargas contínuas, cada botija pequena tem uma autonomia de 5:30 horas a 6 horas. Com este dado, fez-se a contagem do tempo de utilização das empilhadoras em cada uma das suas solicitações.

Em paralelo foi feita a contabilização da quantidade de botijas de gás propano que a zona de cargas e descargas usa.

3.5.2 Movimentações internas

Por exclusão de partes, é possível saber qual a quantidade de gás propano usado para movimentações internas. Os custos de gás propano serão alocados à quantidade de tecido produzido no mesmo período em estudo.

3.6 Soluções escolhidas

As várias possibilidades de contabilizar os consumos foram apresentadas à direção da empresa, através de uma apresentação *PowerPoint*. Junto com as informações recolhidas e descritas anteriormente e a opinião da direção foram escolhidas as soluções de contabilização tendo em vista o custo, precisão e a facilidade de implementação. Em seguida serão apresentadas as soluções escolhidas.

3.6.1 Medição do consumo elétrico

Para o consumo elétrico foi escolhido os contadores de marca Lovato.



Figura 15 Marca: Lovato, custo de 350€ mais módulo de comunicação 350€

(Tecniconha)

Esta escolha permitiu uma maior facilidade pois este contador é disponibilizado pela empresa responsável pela manutenção elétrica. Mais tarde, serão acoplados os módulos de comunicação destes contadores. Na perspectiva de um maior aproveitamento do equipamento foram encomendados sete contadores do mesmo modelo e um contador que fosse possível permutá-lo de máquina em máquina. Este último destina-se às máquinas onde se prevê um consumo constante.

3.6.2 Medição de gás natural

Todas as máquinas de consumo direto de gás natural e as caldeiras já dispunham de contadores no início do projeto. Como tal, apenas foi recolhida a informação sobre os mesmos. Estes contadores estão calibrados para condições de temperatura e pressão normais, ou seja, foi necessário, às contagens efetuar uma pequena correção de acordo com a temperatura e pressão durante o período de medição.

3.6.3 Medição dos banhos químicos

Para a contabilização da quantidade de banhos gastos e de água não foi necessário qualquer encomenda. Todos os banhos de preparação, tingimento e acabamentos passam antes por um tanque de recolha. O tanque de recolha está ligado a um sistema interno de distribuição de banhos onde é necessário pedir através de um terminal o volume de banho que vai ser utilizado. Para cada banho, simultaneamente, é gerada uma ficha com o conteúdo do banho.

Para as máquinas que consomem água, esta era facilmente calculada através das dimensões do balseiro. Em outros casos de grande consumo, como a máquina de branquear e a máquina de lavar, estas já dispõem de contadores internos usados para regular o volume de entrada de água de acordo com o artigo.

3.6.4 Medição de vapor de água

Para as contabilizações do vapor, foi decidido encomendar um contador de vapor para que este fosse alterado de máquina para máquina ao longo da duração do projeto. Contudo, foi-nos dada a possibilidade de utilizar um contador de vapor pertencente à empresa responsável pela canalização de vapor da empresa, a Trifluido. Esta empresa disponibilizou-se a emprestar o seu contador. Como a empresa se encontra em funcionamento durante os três turnos, foram feitas todas as preparações para que a acoplagem deste contador fosse rápida. Para tal, realizou-se um plano de execução que consistia em cortar pequenas secções das canalizações e acoplar tubos definidos para que na altura de contabilização de uma máquina, a implementação do contador de vapor fosse o mais rápido possível, neste caso, retirar o anterior segmento e acoplar o contador de vapor.

3.6.5 Medição de gás propano

Para o consumo de gás propano foi utilizada a alternativa descrita em cima. Ou seja, contabilização do consumo de gás natural para os vários volumes de produção.


4 Métodos de contagem e tratamento dos dados

4.1 Ficha de consumos

Durante o período de espera da receção dos vários contadores começou-se as contabilizações de máquinas simples. Em paralelo, foi elaborado uma ficha de consumos para cada uma das máquinas. Nesta ficha constam todos os dados do artigo a ser processado tal como seus consumos. Com a diversidade de produtos que podem ser processados nesta empresa, foi necessário, tendo em conta o período do projeto, escolher os artigos que devido às suas características, consigam definir por completo a tendência de consumo dos diversos processos. Os seguintes artigos escolhidos foram:

- 100% CO 30/30 - Artigo largamente processado com uma média de 120g/m^2 .
- 50%Pes/50%CO 30/30 - Artigo também bastante processado com 50% de poliéster e 50% de algodão. A sua gramagem é também em média 120g/m^2 .
- Percale - Tipo de artigo bastante comum com cerca de 140g/m^2 .
- Flanela - Família de artigos com tratamentos especiais com um peso entre 150 a 160g/m^2 .
- Sarja - Família de artigos mais grossos que podem ter em média um peso de 180g/m^2 .
- Atoalhado - Família de artigos usada usualmente como toalha de mesa em que o seu peso pode variar entre 200 e 220g/m^2 .
- Colcha - Família de artigos mais grossos, de vários pesos, que podem variar entre 300 e 400g/m^2 .

As contagens dos consumos de cada processo foram feitas maioritariamente no primeiro e no segundo turno, ou seja, entre as 6 e as 22 horas, contudo houve a preocupação de contabilizar alguns artigos durante o período do terceiro turno de modo a que o comportamento do operador de cada turno não influenciasse os valores recolhidos. A Figura 16 ilustra a ficha que foi usada para fazer as medições de consumo da mercerização de fios tintos na máquina de lavar/mercerizar. Fio tinto é o nome dado a qualquer artigo semiacabado que é processado na empresa em que apenas é submetido a algum tipo de acabamento específico para melhorar alguma das suas propriedades. É de salientar que a figura 16 ilustra as medições previstas para este processo como alguns parâmetros inseridos na máquina para verificar qual a influência que esses parâmetros têm no consumo. Caso a ficha fosse destinada ao processo de calandrar a quente iria ter rubricas como "Temperatura do rolo", "Momento Mínimo", "Momento Máximo" entre outros, ou seja, cada uma das fichas de ensaio estão só destinadas ao processo a que se referem.


Francisco Vaz da Costa Marques Filhos C SA
Mercerizadeira

VAZ DA COSTA
ACABAMENTOS TÊXTEIS

Mercerizadeira							
Mercerizar para fios tintos							
Artigo	100%co 30/30	Percal	Flanela	Pes/co 3030	Sarja	Atoalhado	Colcha
OF							
Comprimento							
Largura							
Gramagem							
Data							
Hora i							
Hora f							
Velocidade							
Concentração							
Temperatura							
Tempo							
Tempo preparação							
Tempo troca							
Eletricidade inicio							
Eletricidade fim							
Vapor de água i							
Vapor de água f							
Banho							
Taxa de absorção							
Litros							
Água							

Figura 16 Ficha de consumos da máquina de lavar/mercerizar para o processo de mercerização de fios tintos.

Foram feitas 60 fichas de ensaio, correspondente aos processos disponíveis. Algumas dessas fichas eram repetidas para o caso das máquinas da mesma família. O objetivo é diferenciar os consumos entre máquinas do mesmo tipo. Devido à dimensão destas tabelas apenas constará esta como exemplo.

4.2 Retificação da metodologia de consumos

Ao iniciar as medições dos consumos de cada máquina houve a necessidade de retificar a metodologia dos consumos. Devido à espera dos contadores e aos poucos contadores disponíveis, foi necessário proceder a um planeamento do período em que cada máquina ia receber o seu contador. Para esses casos, o período de testes disponíveis não assegurava o processamento de todo o tipo de artigos esperados. Alterou-se então a abordagem para estas máquinas e contabilizou-se todos os artigos diferentes processados para depois haver uma estimativa dos valores de consumo de artigos que não foram medidos.

4.3 Importância dos fatores de consumos

Em simultâneo com a recolha dos dados, iniciou-se a análise dos mesmos. Para cada tipo de processo é necessário identificar qual o fator que altera a dimensão do consumo da máquina. Na junção das variáveis introduzidas na máquina antes do processamento e das características do artigo foi possível obter os fatores que influenciam o consumo. As características derivadas do processo, como a temperatura, momento dos motores ou pressão, são características que usualmente estão predefinidas de acordo com o processo, noutros casos, como Ramulas ou Foulards, apenas quando o tecido já se encontra em processamento é que se pode regular todos os parâmetros de funcionamento de modo a obter o acabamento desejado. Contudo os imprevistos, defeitos, diferentes métodos de trabalho de turno para turno, condições do tecido, entre outros, fazem com que a tentativa de previsão do consumo não seja exata. Apesar do conhecimento destes fatores ser essencial para descrever rigorosamente o consumo energético definiu-se que todos os parâmetros de funcionamento de uma operação serão fixos de acordo com o processo e onde as únicas variáveis são as características do artigo. Os parâmetros de funcionamento são os mesmos de acordo com o Anexo C, as características escolhidas encontram-se descritas na secção seguinte.

4.4 Escolha das variáveis iniciais

Inicialmente escolheu-se as características potenciais do tecido que fossem responsáveis por alteração do consumo característico de uma máquina.

- Número de metros - O comprimento do artigo é a principal variável responsável pela duração do processo, condicionando todos os consumos.
- Número de metros com pontas - A cada artigo são adicionadas pontas de modo a que na altura do arranque da máquina, qualquer falha ou defeito derivado do regime de arranque, não marque o artigo mas sim as pontas. As pontas também são processadas e como tal, geram consumos que depois serão alocados ao número de metros reais do artigo.
- Largura do tecido em cru - Variável que corresponde à largura do tecido quando acabado de fiar. Apesar de pequenas variações de largura ao longo dos vários processos, esta largura é considerada constante até ao momento que lhe são dadas as dimensões finais, usualmente na Ramula.
- Largura do tecido final - Esta largura é usualmente definida pelo cliente. A largura final é dada na Ramula.
- Gramagem - A gramagem é o peso em gramas por um metro quadrado de tecido em g/m^2 . Este parâmetro é essencial para calcular o número de litros dos banhos dos diferentes processos.
- Peso total do tecido - Calculado através da largura em cru, número de metros e gramagem, o peso total é uma característica essencial para compreender o consumo de vários recursos.
- Peso linear - Usualmente, nas máquinas que exigem grandes quantidades de água, a regulação de quantidade de água de entrada é calculada através do peso linear, ou seja, peso contido num metro de comprimento do tecido, em g/m .

4.5 Cálculo dos fatores

Para uma fácil compreensão do problema abordado, define-se os vários parâmetros de acordo com o seu objetivo, ou seja, define-se variáveis como todos os parâmetros relativos ao tecido, como número de metros, peso, gramagem, etc. e define-se fator como o fator de conversão que permite obter um consumo de um recurso de acordo com as várias variáveis do tecido. Como exemplo, será apresentado o estudo do processo de acabar/amaciar de uma Ramula com o objetivo de encontrar a influência das propriedades do tecido no consumo de eletricidade. Para cada artigo medido recolheu-se a informação das variáveis do tecido, das características de funcionamento e os consumos. A figura 17 mostra os resultados de alguns artigos medidos já compilados, devido à dimensão total desta tabela apenas são apresentados 7 das 16 medições efetuadas para este processo. A tabela completa encontra-se em Anexo E. O primeiro passo é compilar os consumos e os fatores acima descritos do processo de acabar/amaciar de uma Ramula como mostra a Figura 17.

Acabar /Amaciar (standard)								
	1	2	3	4	5	6	7	16
Artigo	100%co 30/30	100%co 30/30	100%co 30/30	Pes/co 3030	Pes/co 30/30	Pes/co 30/30	Percal	Colcha
Tempo (min)	76,6666667	12	17	18,5833333	31	70	26	118
Eletricidade (kwh)	93,55	12,22	18,94	17,08	31,65	82,39	33,51	124,95
Gás (m3)	77,18	10,56	15,88	14,45	26,75	60,42	22,07	95,63
Banho (l)	1250	275	250	200	500	1250	350	1700
Média Temperatura (°C)	103	180	195	105	195	195	195	198
Comprimento (m)	5380	1243	1300	1045	2043	6252	1335	3161
Peso (kg)	1872,24	432,564	452,4	400,7575	710,964	1950,624	588,735	2478,224
Peso linear (g/m)	348	348	348	383,5	348	312	441	784
Absorção	70%	70%	70%	70%	70%	70%	50%	70%

Figura 17: Compilação dos dados retirados de vários artigos

Figura 17 mostra apenas 8 dos 16 artigos estudados, caso contrário, as dimensões da tabela fariam com que os dados ficassem impercetíveis.

Ao analisar esta tabela, inicialmente, não é possível retirar nenhuma tendência do consumo desta operação. Pode-se ver que o consumo de gás é proporcional ao número de metros do artigo mas também parece ser proporcional ao peso e ao tempo de processamento. Será então apresentada a abordagem utilizada em todos os processos com o objetivo de encontrar os fatores que mais traduzem o comportamento de consumo da respetiva operação. Inicialmente, a abordagem passa por tentar encontrar fatores de conversão que sejam os mais comuns possíveis entre os vários artigos. Usa-se as variáveis do artigo como peso ou comprimento de modo a verificar a influência destas variáveis no consumo, além do mais, faz-se um estudo para tentar verificar se outras variáveis como banho absorvido ou conjunto de variáveis como banho mais peso do tecido. Na figura 18 ilustra o cálculo de todos os fatores de acordo com as variáveis do artigo em estudo.

Eletricidade		1	2	3	4	5	6	7	16	Valor médio	Desvio padrao
Comprimento	kwh/m	0,01739	0,00983	0,01457	0,01634	0,01549	0,01318	0,02510	0,03953	0,02070	0,00853
	Verificação (Estimativa -real)	18	14	8	5	11	47	-6	-60		Erro Média
	%erro	19%	111%	42%	27%	34%	57%	18%	48%		32%
Peso	kwh/kg	0,04997	0,02825	0,04187	0,04262	0,04452	0,04224	0,05692	0,05042	0,05060	0,01971
	Verificação (Estimativa -real)	1	51	47	36	72	234	34	35		Erro Média
	%erro	1%	415%	247%	210%	227%	284%	102%	28%		166%
Banho absorvido	kwh/kg	0,07138	0,04036	0,05981	0,06088	0,06360	0,06034	0,11384	0,07203	0,07027	0,02456
	Verificação (Estimativa -real)	-1	9	3	3	3	14	-13	-3		Erro Média
	%erro	2%	74%	17%	15%	10%	16%	38%	2%		30%
Banho absorvido + peso	kwh/(kg+kg)	0,02939	0,01662	0,02463	0,02507	0,02619	0,02485	0,03795	0,02966	0,02911	0,01001
	Verificação (Estimativa -real)	-1	9	3	3	4	14	-8	-2		Erro Média
	%erro	1%	75%	18%	16%	11%	17%	23%	2%		30%

Figura 18: Identificação da variável que melhor estima os consumos de eletricidade do processo acabar/amaciara.

O passo seguinte baseia-se em tentar encontrar qual a variável que consegue registar menos desvios em relação ao valor medido.

4.5.1 Comprimento

Como se pode ver no Figura 18 é feito inicialmente o estudo para verificar se o número de metros do tecido influencia os consumos da Ramula. Calcula-se a energia elétrica consumida por metro de artigo. São vários os fatores que influenciam o consumo elétrico desta operação, contudo quanto maior o tecido, maior vai ser a duração do processo, gerando um maior consumo. Para isso foram divididos os consumos do artigo pelo número de metros.

Calculou-se a média da razão do consumo elétrico pelo número de metros de todos os artigos estudados.

$$F_c = \sum_{k=0}^n \frac{\left(\frac{Cr_k}{M_k}\right)}{n}$$

Equação 4.5.1

Onde:

F_c é o factor comprimento, ou seja, média da razão calculada de todos os artigos em kwh/m

Cr_k é o consumo real de energia elétrica do artigo k em kwh.

M_k é o número de metros do artigo k em metros.

n é o número total de artigos estudados.

O consumo médio obtido foi de 0,021 kWh por cada metro processado. O artigo número 2 tem um fator de 0,0098 kWh/m, aproximadamente metade do valor esperado, no caso do artigo número 16 tem 0,040 kWh/m, aproximadamente o dobro, ou seja, apenas com o cálculo do fator de conversão não é possível identificar qual é o desvio que se faz ao aceitar este valor médio como certo. Para quantificar o erro que se comete ao aceitar 0,0021kwh/m foi necessário calcular o desvio entre a utilização desse valor e o valor real obtido. Na linha descrita como "Verificação (estimativa-real) " encontra-se esse cálculo, ou seja, a multiplicação do valor médio pelo comprimento do artigo menos o valor real medido.

$$(\text{Estimativa} - \text{Real})_k = F_c M_k - Cr_k$$

Equação 6.3.2

Onde:

$(\text{Estimativa} - \text{Real})_k$ é o desvio entre o consumo estimado e o consumo real do artigo k em kwh.

Para verificar qual a dimensão do desvio entre o valor estimado e o valor real foi calculado o erro da estimativa, descrito na seguinte linha como "%Erro". Na linha seguinte, é calculado o erro da amostra através do valor absoluto da razão entre o desvio e o valor real.

$$\% \text{Erro}_k = \left| \frac{(\text{Estimativa} - \text{Real})_k}{Cr_k} \right|$$

Equação 6.3.3

A média dos valores dos erros obtidos dos 16 artigos está descrita na tabela como "Erro médio". No processo em estudo se se usar esta variável, número de metros, como responsável pelo consumo elétrico, o fator médio calculado é de 0,0207 kWh por metro processado, valor esse que gera um erro médio em relação aos valores reais obtidos de 32%.

4.5.2 Peso

O mesmo processo é repetido mas desta vez, utilizando o peso como variável em estudo. Esta variável define a quantidade de matéria que vai ser sujeita a um banho e logo depois aquecida. O momento exigido por cada um dos motores é influenciado pelo peso do tecido. E por isso efetuou-se o estudo desta variável. Obteve-se o valor médio para o fator de conversão de 0,0506 kWh/kg, ou seja, por cada quilograma de artigo processado a Ramula consome 0,0506 kWh. Utilizar esta característica como responsável pelo consumo elétrico gera um erro de 166% entre os valores estimados e os valores reais, ou seja, pode-se já concluir que esta variável é menos eficaz para descrever a tendência de consumos elétricos do que o número de metros do artigo.

4.5.3 Banho

A velocidade da Ramula tem como única limitação a garantia que o tecido saia seco no final. Apesar de ser o gás natural responsável pela evaporação do banho que se encontra no tecido, a quantidade de banho absorvido influencia também o tempo que demorará a operação, resultando num maior ou menor consumo elétrico de acordo com uma maior ou menor quantidade de banho absorvida prospectivamente. O valor obtido foi de 0,0703 kWh/kg de banho absorvido. O erro médio ao usar este fator é de 30%. Poder-se-ia selecionar a variável banho como a responsável pelos consumos por ser a variável que melhor descreve o consumo elétrico da Ramula, contudo estes não foram os únicos fatores a serem estudados. No final resume-se os resultados obtidos de todos os fatores estudados e justifica-se qual foi a variável escolhida.

4.5.4 Banho + Peso

Esta variável é apenas a tentativa de juntar os últimos dois fatores descritos, peso do tecido e quantidade de banho absorvido pelo mesmo. O valor obtido foi de 0,02911 kWh/kg de banho absorvido. O erro médio ao usar este fator é de 30%.

4.5.5 Conclusão do exemplo em estudo

Ao verificar a média dos erros obtidos de cada fator obtemos:

- Comprimento - 32%
- Peso – 166%
- Banho – 30%
- Banho + Peso – 30%

Numa primeira análise, seria tentador identificar a quantidade de banho absorvida como aquela que mais influencia no consumo. Contudo a taxa de absorção de um tecido depende não só da gramagem mas também do tipo de ponto, ou seja, de como foi feita a fiação. O tipo de ponto não é uma variável que se possa descrever numericamente. Apesar da tentativa de tentar descrever o tipo de ponto na análise, existem centenas de tipos e estão constantemente a entrar tecidos cujo ponto ainda não foi estudado. Além disso a própria constituição do tecido também influencia a dimensão dos consumos numa operação. As mais variadas porções de algodão, linho, poliéster e poliuretano encontradas nos vários tecidos não permitem, dado o período do projeto, a realização de uma base de dados em que conste as taxas de absorção dos tecidos de acordo com a constituição e tipo de ponto. Apesar da variabilidade deste fator, tenta-se prever a taxa de absorção de cada um dos artigos em cada processo usando como variáveis disponíveis. Ao tentar estimar, no caso em estudo, a absorção gera um erro médio de 16%. A utilização deste valor iria diminuir bastante a precisão das amostras obtidas, ou seja, para além do erro na estimativa do consumo do banho, também tinha de ser contabilizado o erro de fazer aproximação da estimativa do consumo elétrico.

Este tipo de abordagem faz com que o número de metros do artigo seja a variável que melhor descreve o comportamento dos consumos desta operação. Para o caso em estudo, a variável escolhida foi o comprimento usando o fator de 0,02070 kWh/m e um erro médio de 32%. No Anexo E, está a análise completa deste processo acabar/amaciar com os fatores calculados de todos os recursos em estudo usados por esta operação e o erro médio obtido para cada uma delas. O resultado obtido foi:

- Tempo - utilizada a variável peso total, 0,0480 minutos por cada kg processado com um erro médio de 28 %.
- Eletricidade - utilizado a variável comprimento do artigo, 0,0207 kWh por cada metro processado com um erro médio de 32%
- Gás- Utilizado a variável peso total, 0,03975 m³ por cada metro processado com um erro médio de 21%.

- Gás infravermelhos - Utilizado a variável peso total, 0,01802 m³ por cada metro processado com um erro médio de 22%. É de evidenciar que o consumo de gás nos infravermelhos, nesta Ramula, apenas foi medido em três artigos devido à pouca utilização desta funcionalidade na máquina.
- Banho-Utilizado a variável peso total, 0,6783 litros por cada metro processado com um erro médio de 16%.

4.6 Resultados obtidos

Os resultados obtidos não descrevem precisamente os consumos desta operação, no entanto, muitos fatores externos podem alterar o consumo da máquina como por exemplo, erros na medição do comprimento real do artigo ou a sua gramagem, diferentes parâmetros de processamento de acordo com o operador da máquina, temperatura exterior, estado de manutenção de componentes de desgaste rápido, flutuações do poder calorífico do gás, diferenças entre contagens exclusivas de artigos e contagens de grupos de ordens de fabrico (vários artigos na mesma bobine), etc.

Tendo em conta estes fatores externos que não permitem um resultado exato de consumo, considera-se que os resultados obtidos são bastante satisfatórios. Em certas situações não foi possível medir certos artigos devido ao curto período que o contador esteve disponível para essa máquina. Contudo estas foram facilmente estimáveis através dos valores programados na máquina e/ou semelhança com artigos idênticos. O estudo de cerca de 60 processos efetuados na empresa é formado por tabelas de uma grande dimensão, não sendo possível inserir esta informação como anexo. Contudo esta informação e os resultados das medições ficarão com a empresa e disponíveis para qualquer tipo de segunda análise. No Anexo G encontram-se todos os fatores dos processos estudados.

5 Análise dos resultados

Até ao momento da presente tese foram elaboradas 221 medições e mais de 190 horas em contagens. Contudo, existem duas máquinas cujos gastos não estão totalmente definidos devido à indisponibilidade do contador de vapor. O Sanfor, apesar de proporcionar uma maior qualidade ao artigo, apenas é usado a pedido do cliente. Os gastos elétricos e o consumo de água foram contabilizados, contudo não foi possível a troca do contador de vapor para esta máquina a tempo dos resultados poderem contar na presente tese. A outra máquina, a Jigger, possibilita inúmeras operações diferentes e a sua utilização é reduzida. Apesar de ser possível estimar os valores de consumo de todas as operações, estas estimativas não têm a mesma fiabilidade que os restantes resultados já apurados e por isso estas estimativas não foram contabilizadas como fatores de consumo.

De seguida será apresentada a distribuição dos custos energéticos, custos de produção e custos de operação de três dos circuitos mais utilizados, uma lavagem, um branqueio extra (distingue-se do branqueio normal por duas passagens na máquina de branquear com branco ótico) e um tingimento de reativos.

Para cada uma destas simulações foi escolhido o mesmo artigo e usou-se as taxas médias de absorção observadas nas medições efetuadas. Foi escolhido o Percalé 40/40 com 100% de algodão com 2000 metros de comprimento, 3 metros de largura em cru, 2.90 metros de largura final e com 120 g/m². Para todos os processos comuns nos vários circuitos de produção foram escolhidos os mesmos parâmetros de funcionamento e o mesmo tipo de banho químico de modo a focar os custos inerentes ao tipo de acabamento têxtil.

5.1 Distribuição dos custos numa lavagem

A lavagem é um dos circuitos mais simples de acabamento. O tecido é gasado e descolado, lavado, seco e acabado.

5.1.1 Desagregação dos consumos energéticos numa lavagem

Na Figura 19 ilustra a divisão dos custos energéticos de uma lavagem.

Divisão dos consumos energéticos numa lavagem

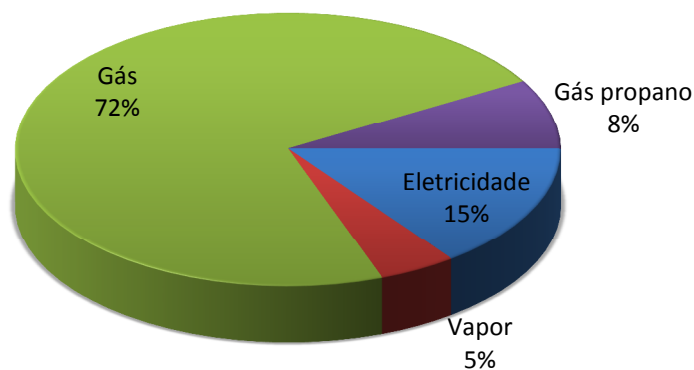


Figura 19: Divisão dos consumos energéticos numa lavagem

A partir da análise da Figura 19 é possível verificar que na lavagem de um artigo têxtil o maior consumo energético é o de gás natural. Este é usado diretamente nas máquinas de gasar e Ramulas sendo o consumo de gás dividido em 12% e 88% respetivamente. É também de realçar o facto do vapor de água, que representa 5% do total de custos energéticos ser constituído por 83% do custo do gás que consome, 16% do custo elétrico que consome e 1% do consumo de água de fonte fria.

5.1.2 Desagregação dos custos de produção numa lavagem

Na Figura 20 evidencia a proporção de todos os custos na lavagem de um artigo.

Divisão dos custos de produção numa lavagem

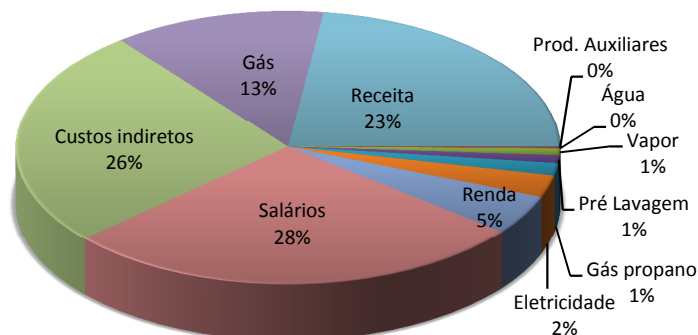


Figura 20: Desagregação dos custos de produção numa lavagem

Através da análise da Figura 20 permite identificar os salários como os maiores custos de produção numa lavagem. O custo salarial corresponde não só aos custos de trabalhadores produtivos como também dos trabalhadores não produtivos. Alguns dos trabalhadores partilham funções entre a Vaz da Costa e a Bovi. Para estes casos o custo salarial destes trabalhadores foi dividido de acordo com o tempo de trabalho para cada um dos setores.

Os custos indiretos representam 26% do custo total de produção. Esta parcela representa a soma de todos os custos que não estão ligados diretamente ao processamento dos tecidos. Estas despesas englobam custos de manutenção, tratamento de efluentes, serviços de limpeza, análise de água, serviços de consultadoria, tratamento de resíduos industriais e custos de logística.

Nesta divisão de custos é também possível verificar que 23% dos custos provêm da receita utilizada na máquina de desencolar e na Ramula. Para o banho de Desencolagem foi escolhido um dos banhos mais utilizados que tem um custo de 0.018€ por litro. No caso da receita do banho utilizada na Ramula, esta também é das mais utilizadas com um custo de 0.084€ por litro.

Evidencia-se também o custo da renda, valor que está dividido de acordo com a área e tempo de produção de cada máquina. Algumas máquinas necessitam de uma limpeza entre cada artigo têxtil processado, nos outros casos, a limpeza são efetuadas periodicamente. O modo escolhido para contabilizar essas despesas foi através do custo de Pré Lavagem que consiste na divisão do custo de uma limpeza completa de uma máquina pela sua produção. É também

de salientar que apesar de haver um grande consumo de água na lavagem, cerca de 7600 litros, este tem um custo reduzido devido ao bom aproveitamento dos recursos hídricos do terreno pela Vaz da Costa. Vários furos e poços são feitos nos terrenos circundantes da fábrica de acordo com as necessidades de produção.

5.1.3 Divisão dos custos por processo de produção numa lavagem

A Ramula utiliza tanto gás natural para o aquecimento como banhos químicos para os variados acabamentos químicos somando o maior custo energético com um dos maiores custos de produção. Este facto é verificado na Figura 21 onde os vários custos de produção são divididos por processo.

Divisão dos custos por processo numa lavagem

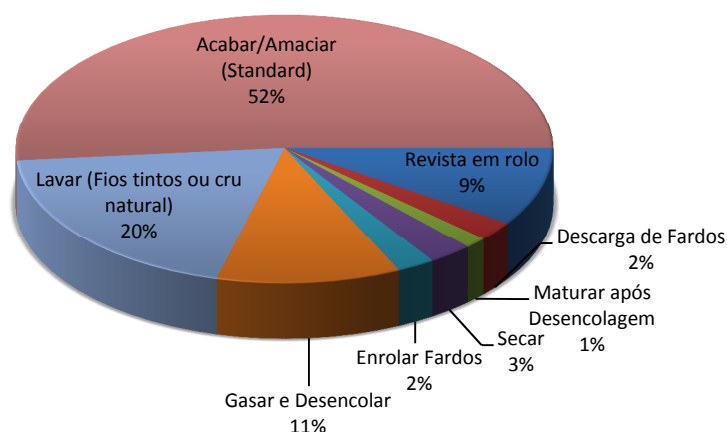


Figura 21: Divisão dos custos por processo de produção

Tal como referenciado anteriormente, o acabamento/amaciamento na Ramula é o processo mais dispendioso numa lavagem representando 66% do custo total de produção. O segundo processo com maiores despesas é a própria lavagem do tecido, esta é a segunda mais dispendiosa devido ao consumo de vapor e eletricidade mas principalmente pelo custo do tratamento de efluentes quentes desta máquina

A lavagem é um processo pouco dispendioso, no entanto o maior custo energético advém da utilização do gás natural. O custo salarial, custos indiretos e os banhos químicos dos diferentes processos representam 77% do custo total de produção do artigo têxtil. Neste circuito, o processo mais dispendioso é o de acabar/amaciar o tecido na Ramula devido ao consumo de gás natural, custos dos banhos químicos e necessidade de ser operada por dois funcionários.

Caso fosse escolhido um outro tecido de maiores dimensões, o peso dos custos indiretos iriam diminuir ligeiramente devido ao facto de alguns desses custos não serem dependentes do processo e de outros custos aumentarem o seu peso substancialmente.

5.2 Distribuição dos custos num branqueamento extra

Este processo é caracterizado pela usual gasagem e descolagem, branqueamento com branco ótico, mercerização, novamente branqueamento, secagem e acabamento. Na Figura 22 evidencia a distribuição dos custos energéticos e dos custos totais de produção para este tipo de acabamento.

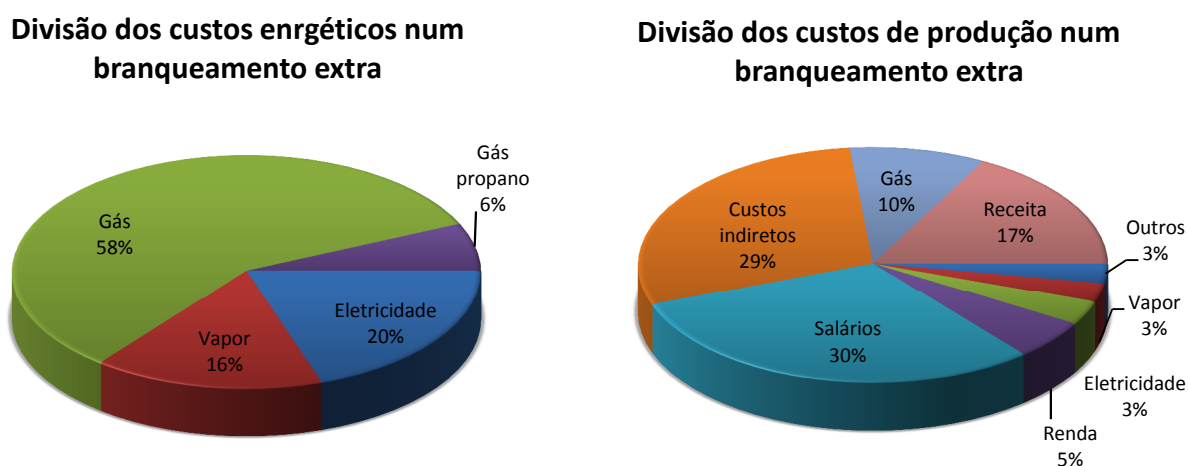


Figura 22: Divisão dos custos energéticos e dos custos de produção

Devido à proporção reduzida nos custos totais de produção, o custo dos produtos auxiliares, água, pré lavagem e gás propano foram compilados numa só rubrica de nome “Outros”. Em conjunto, estes custos não representam mais do que 3% das despesas totais de produção.

Através do primeiro gráfico da Figura 22 pode-se verificar que para este tipo de acabamento a componente energética que tem mais peso continua a ser o gás natural, que representa 58% do total dos custos energéticos. O vapor tem um maior custo neste processo quando comparado com o processo de lavagem, isto deve-se às sucessivas passagens por processos de “molhados”, ou seja, máquinas usam água quente que por sua vez é aquecida por vapor de água. É também de salientar, no caso das divisões de custos de produção, que as variações entre o processo de lavagem e branqueamento extra não são muito acentuadas continuando a serem os salários, a receita, e os custos indiretos responsáveis por cerca de 76% dos custos totais.

Na Figura 23 divide os custos totais do branqueamento extra por processo. É de salientar que este circuito de produção é constituído por dois branqueamentos intercalados pela mercerização do tecido. Em ambos os branqueamentos é usado branco ótico.

Divisão dos custos por processo num branqueamento extra

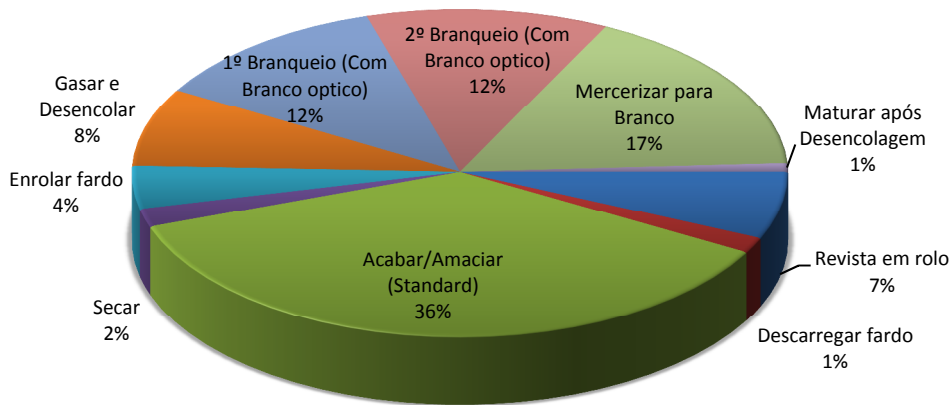


Figura 23: Divisão de custos de produção por processo num branqueamento extra

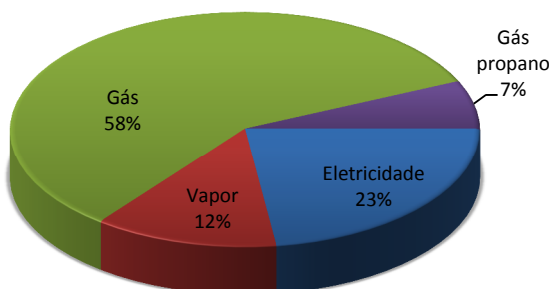
Apesar dos dois branqueios, as despesas destas operações continuam a ser menores que as despesas no acabamento/amaciamento do tecido. Este facto é devido ao custo reduzido da água e da recuperação do calor dos efluentes quentes que previne o uso excessivo de vapor de água. A mercerização representa 17% do custo total de produção. O consumo de soda cáustica, tratamento de efluentes e velocidade do processo justificam as despesas desta operação.

No branqueamento extra de um tecido, o custo do consumo de gás natural continua a ser responsável pelas maiores despesas energéticas. Apesar dos maiores custos de produção serem comuns na lavagem e no branqueamento, este é 36% mais caro que a lavagem. Na divisão dos custos por processo, acabar/amaciar continua a ser o processo mais dispendioso seguido da mercerização.

5.3 Distribuição dos custos num tingimento de reativos

Nesta simulação foi escolhido o corante RFA/636 que corresponde à cor azul. A escolha da cor vai condicionar a proporção de todos os custos de produção pois quanto mais escura é a cor desejada pelo cliente, maior a quantidade de corante necessário aumentando os custos do banho de tingimento. Na Figura 24 são divididos os custos energéticos e custos de produção para este tipo de acabamento.

Divisão dos custos energéticos num tingimento de reativos



Divisão dos custos de produção num tingimento de reativos

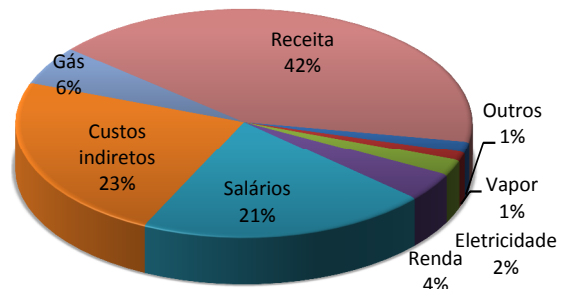


Figura 24: Divisão de custos energéticos e custos de produção num tingimento de reativos.

Como referenciado anteriormente, o custo das receitas utilizadas constituem grande parte do custo total do processo do artigo representando 42% desse custo. Relativamente aos custos energéticos e face ao que foi visto nos anteriores acabamentos analisados, continua a ser o gás natural responsável pelo maior custo.

Nesta simulação, o tingimento é realizado no Foulard de tingimento. Devido ao custo do banho de tingimento deste artigo os custos do processo no Foulard são elevados comparados com os restantes processos que usam banhos químicos. Este facto é evidenciado na Figura 25 que ilustra distribuição dos custos de produção por processo.

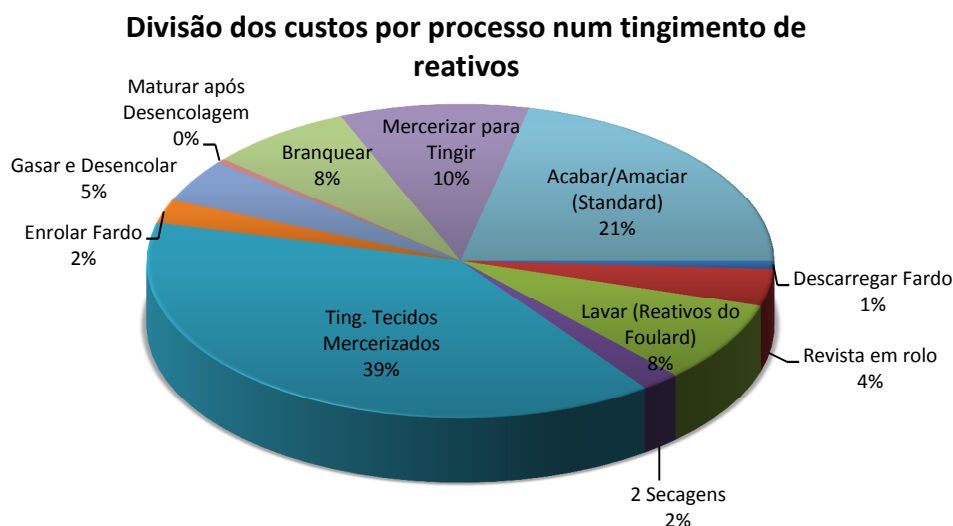


Figura 25: Divisão de custo de produção por processo num tingimento de reativos

Os resultados da análise da distribuição dos custos da Figura 25 reiteram os resultados previamente analisados, ou seja, o tingimento de tecidos mercerizados é o processo com maior peso nos custos de produção representando 39% das despesas totais. Apesar de não ser o processo mais dispendioso, o acabamento/amaciamento continua a ter grande peso nos gastos totais de produção correspondendo a 21% desses gastos.

Por vezes, para o mesmo artigo, o mesmo corante e quantidades iguais, alguns fatores externos como a temperatura exterior ou o estado de conservação do tecido podem fazer com que a cor desejada não seja conseguida sendo necessário uma correção da cor no tecido, usualmente na Ramula, acrescentando os custos deste circuito de produção substancialmente. Comparado com os anteriores tipos de acabamentos, o tingimento é 71% mais caro que o branqueamento extra e 132% mais caro que a lavagem para o mesmo artigo em estudo.

5.4 Conclusão da análise

A partir da análise efetuada aos três dos circuitos mais usados na Vaz da Costa é possível concluir em termos energéticos o gás natural é o responsável pelo maior consumo variando entre 58% a 72% dos gastos totais de energia. No entanto muitos dos projetos que visam o aumento da eficiência na produção de vapor, nas Ramulas e no processo produtivo já foram implementados. O reaproveitamento do calor dos gases de escape das caldeiras, utilização de permutadores para recuperação do calor dos efluentes quentes e a recuperação de energia do sistema de exaustão da Ramula através da recirculação do calor produzido para o interior da

máquina são alguns exemplos de projetos de melhoria da eficiência energética já realizados na empresa.

Nos custos de produção, um dos fatores responsável pelas maiores despesas são os gastos com produtos químicos, dos quais já existe uma sensibilização contínua para a poupança destes. Os custos salariais são também uma das despesas mais preponderantes na produção. A reestruturação da posição dos trabalhadores da empresa e a alteração do método de distribuição dos tecidos pelas máquinas podem ser algumas das modificações que permitam aumentar a produção, mantendo o mesmo nível de qualidade. Os custos indiretos também representam grande parte do custo total de produção, contudo estes gastos são essenciais para manter o nível de qualidade dos serviços prestados e para o desenvolvimento tecnológico da Vaz da Costa.

Confirmando as análises efetuadas aos custos energéticos e aos custos totais de produção, o processamento na Ramula e os diversos tingimentos são as operações mais dispendiosas. Este facto é devido ao elevado consumo de gás natural mas também devido aos elevados custos dos produtos químicos e dos corante utilizados nos acabamento e nos tingimentos, respetivamente.

6 Software de apoio

Para que seja mais fácil perceber a distribuição de custos pelos vários processos produtivos, decidiu-se criar um *software* em que se insere os dados de um determinado artigo e retorne um relatório dos custos desse artigo pelas várias operações.

Com os dados dos consumos adquiridos, objetivo deste projeto, a empresa apenas teria a possibilidade de quantificar os consumos de um artigo tendo em conta os vários fatores que se encontram presentes no Anexo G. A partir deste *software* é possível passar de um sistema de produção em que os custos de produção eram baseados nas faturas das matérias-primas e consumos energéticos para um sistema de descrição em detalhe dos custos de processo a processo e de acordo com o tipo de tecido. Para os casos em que o mesmo tipo de acabamento é conseguido através de vários circuitos, o conhecimento detalhado dos consumos é essencial na escolha de um circuito em detrimento de outro. Além do mais, possibilita não só definir prioridades de melhorias de eficiência para as máquinas de maior consumo como também para os processos.

6.1 Custos abrangidos pelo software

O processo de orçamentação tem em vista não só os consumos energéticos de um processo mas sim de toda a linha de produção. Desde o momento em que é descarregado o artigo até ao momento que é expedido. Do mesmo modo, os custos energéticos não são os únicos custos importantes para determinar o preço de produção de um artigo. Os seguintes custos são abrangidos por este *software*.

- Eletricidade
- Água
- Vapor de água
- Químicos usados nos banhos
- Gás direto
- Gás usado nos aquecedores de infravermelhos
- Iluminação
- Ar comprimido
- Produtos auxiliares
- Custo pré-lavagem
- Custos salariais
- Renda
- Custos fixos

Esta última rubrica de custos fixos engloba todos os processos com custos indiretos à produção, como o sistema de tratamento de águas, serviços de limpeza, tratamento de resíduos industriais, serviços de consultadoria, logística, análise de água, manutenção, etc.

Para cada um dos custos de cada processo houve um estudo de qual a melhor maneira de fazer a sua distribuição. Tentou-se encontrar quais os fatores que mais influenciavam esse custo tal como o detalhe dessa distribuição. A título de exemplo, os custos com os serviços de tratamento de água foram alocados aos efluentes produzidos, onde esse custo foi distribuído por máquina. No caso da renda mensal, foi usado o fator de hora de produção onde a distribuição tinha em conta a área de cada máquina. Mas em serviços como consultadoria que abrange todos os processos, o custo foi distribuído pela produção, onde o custo não está distribuído por máquina, por secção ou hora mas sim atribuído a cada quilograma produzido.

Outro fator de distribuição em conta foram os custos salariais. Estes poderiam ser atribuídos a cada secção e divididos pela produção. Contudo o detalhe da distribuição deste custo não é satisfatório, pois não iria dar ênfase aos casos de máquinas que necessitam de ser operadas por dois funcionários ou de máquinas que apesar de estarem em produção não necessitam de um operador durante todo o processo. Do mesmo modo não é possível atribuir um custo de um funcionário numa máquina, porque o mesmo funcionário pode trabalhar em áreas completamente distintas ou até ficar um dia sem trabalhar na máquina que normalmente lhe é atribuída. Após uma reunião com a administração decidiu-se primeiro identificar os trabalhadores que tanto trabalham na secção de bordados e confeção como nos acabamentos e atribuir-lhes uma percentagem correspondente à área de acabamentos.

- Escritórios – 50%
- Laboratório – 100%
- Planeamento – 100%
- Médico – 100%
- Logística – 90%
- Operários 100%

Após esta distribuição alocou-se o custo salarial dos trabalhadores não produtivos ao número de trabalhadores produtivos. Ou seja, criar um custo/hora composto pelos salários de trabalhadores produtivos e não produtivos.

$$Custo/hora = \frac{\frac{Salários\ indiretos}{N.\ de\ operários} + Total\ Salarial_{Direto}}{N.\ de\ horas\ laborais_{Direto}}$$

Equação 8.1.1

6.2 Descrição do software

O *software* está destinado ao setor da empresa responsável por determinar o preço de um determinado tecido, este estudo já era feito, contudo usando uma estimativa do custo de produção de um determinado artigo para determinados circuitos internos.

O programa elaborado está dividido em três páginas iniciais. A primeira diz respeito às características do tecido, a segunda ao circuito de produção que o artigo vai ser submetido e a terceira página destina-se aos custos de cada matéria-prima.

6.2.1 Características do artigo

Nesta secção inicial, o utilizador deverá inserir os dados correspondentes ao tecido como podemos ver na Figura 26.



Figura 26: Página inicial do Software correspondente às características do artigo.

A largura em cru refere-se à largura do tecido quando deu entrada e a largura final corresponde à largura especificada pelo cliente.

Numero de metros	<input type="text" value="2000"/>	m
Largura em cru	<input type="text" value="3,20"/>	m
Largura em final	<input type="text" value="3,10"/>	m
Gramagem	<input type="text" value="140"/>	g/m ²
Peso	896	kg
Peso linear	448	g/m

Figura 28: Cálculo automático do peso.

Numero de metros	<input type="text"/>	m
Largura em cru	<input type="text"/>	m
Largura em final	<input type="text"/>	m
Gramagem	<input type="text"/>	g/m ²

Figura 27: Dados do artigo

Ao inserir os dados, automaticamente, o programa irá calcular o peso total e peso linear para futuros cálculos dos consumos.

Caso esta área não seja preenchida, o próprio programa veta o acesso às etapas seguintes.

O utilizador, se quiser, pode inserir as características de tecelagem do artigo, ou seja, a sua composição, ponto e contextura. Caso seja selecionado algum artigo o programa vai verificar à base de dados de um ficheiro Excel se o artigo já foi adicionado ou não. Caso não tenha sido pergunta ao utilizador se pretende guardar este novo artigo como ilustrado na Figura 29.



Figura 29: Opção de gravar os artigos na base de dados.

Os artigos são então compilados nesta base de dados onde também pode ser inserida, posteriormente, a taxa de absorção que este artigo tem num determinado processo. Um exemplo disso é o Percale, 100% algodão 40/40, nr.900001, que na operação numero 005, correspondente a operação de gasagem e descolagem tem uma taxa de absorção de 46%, ou seja, o artigo vai absorver uma quantidade de banho que tem um peso de 46% do peso do artigo. A figura 30 ilustra a tabela onde são gradados os artigos.

SeqA	Composiçã	Ponto	Contextura	005	006	007	010	011	012	013	014
900000	x	x	x	58							
900001	100%CO	PERCALE	40/40 110X90	46	50		72	78	102	114	25
900002	50%PES/5	PERCALE	40/40 110X90	23	42						
900003	100%CL	PERCALE	40/40 110X90	33	52		41	107	89	76	23
900004	50%CO/5	PERCALE	20/20 60X60	40	54		72		66		41
900005	96%CO/4	JACQUARE	14/16 44x42	25	42		55	84	58		
900006	TE PES/TR	ATOALHAI	60/60 90X88	36	26					62	31
900007	100%CL	JACQUARE	60/60 90X88	45				109			
900008	96%CO/4	CETIM RIS	20/20 60X60	39	40	36	42	46	48	69	28
900009	TE PES/TR	CETIM	30/2-30/2 78X64	44		42	76		52	81	25
900010	50%PES/5	CETIM	30/2-30/2 78X64	46	31		78	58			

Figura 30: Base de dados dos artigos e da taxa de absorção

Esta base de dados vai sendo alimentada pelo utilizador. Caso a taxa de absorção não esteja inserida, o utilizador tem a opção de gravar essa informação ou o programa utiliza o valor de referência das medições previamente feitas em cada uma das operações. Apesar deste valor ser apenas uma média das taxas de absorção observadas, não incorre em desvios muito grandes, considerando que o *software* tem como principal objetivo o auxílio na tarefa de encontrar o custo total de produção.

Posteriormente, como se pode ver na Figura 31, pode-se escolher que tipo de expedição o cliente deseja e o número de metros por cada unidade.

Assim que o utilizador escolhe a secção, automaticamente o programa filtra na *combobox* “Operação” as operações que existem nessa secção. Como exemplo, na Figura 34, foi escolhido a secção de tingimento Jigger e automaticamente nas operações apenas aparecem listadas as operações dessa secção.

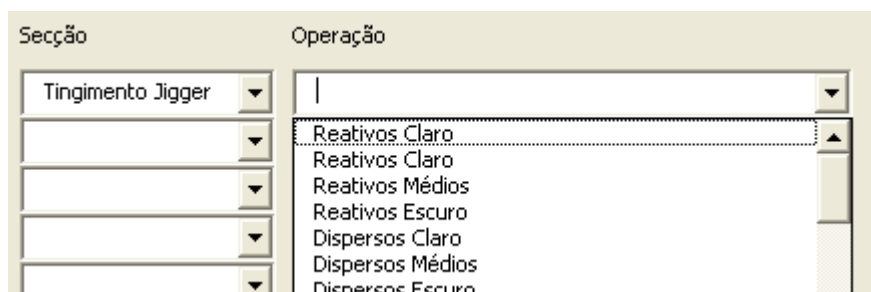


Figura 34: Filtragem automática das operações de acordo com a secção escolhida

No caso em que as operações levem algum banho de químicos aparecerá uma *combobox* com todo o tipo de banhos predefinidos para essa operação. Os banhos, códigos de banhos e o seu custo por litro estão também alojados na base de dados. Ao mesmo tempo, também aparecerá a informação dos litros de banhos que vão ser utilizados. Internamente, o programa calculará o custo total do banho. Esta opção é evidenciada na Figura 35.

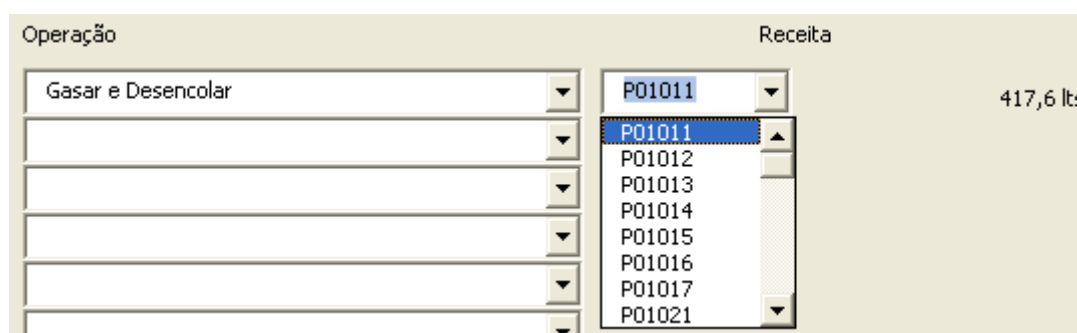


Figura 35: Escolha automática do código de banho usado para esta operação tal como os litros previstos

Caso anteriormente tenha sido escolhido um artigo que conste na base de dados, como por exemplo o 100% algodão Percalle 40/40, aparecerá uma caixa de texto a indicar se para esta operação existe ou não uma taxa de absorção gravada como se pode ver na Figura 36.

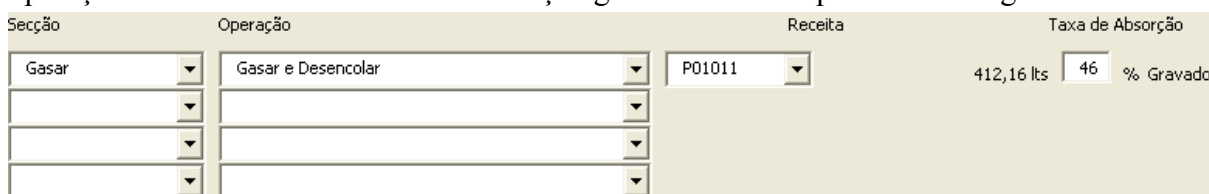


Figura 36: Possibilidade de alterar e gravar a taxa de absorção de cada artigo para cada processo.

O utilizador tem a escolha de utilizar a taxa de absorção gravada, ou alterá-la e gravar a nova taxa de absorção ou ainda, não utilizar nenhuma, que automaticamente o programa escolherá a taxa de absorção média retirado das medições efetuadas.

Para uma maior facilidade de utilização do programa, existem sete circuitos predefinidos que automaticamente preencherão os campos da secção e das operações na ordem correta,

restando apenas escolher a receita dos banhos. Para casos em que o tecido necessite de um aquecimento prévio por infravermelhos nas Ramulas, o utilizador pode escolher essa mesma opção. A Figura 37 ilustra os vários circuitos predefinidos.

Figura 37: Escolha de circuitos de produção.

Como exemplo, será simulada a introdução de um 100% Percale 40/40 com 2000 metros lineares, 3,20 metros de largura quanto cru, 3,10 metros de largura final e com 140 gramas por metro quadrado. Tal como é ilustrado na Figura 27.

O circuito escolhido será um tingimento reativo, acabado e calandrado a frio. Os banhos escolhidos são aqueles que são mais utilizados e as taxas de absorção serão aquelas já gravadas na base de dados. Como este artigo não é muito grosso não foi seleccionada a opção de pré-aquecimento nas Ramulas. A cor escolhida foi o RFA/626, azul. Na Figura 38 encontra-se a seleção do circuito deste artigo.

Secção	Operação	Receita	Taxa de Absorção	Circuitos pré-definidos:
Recepção	Fardo			<input type="radio"/> Lavar
Enrolar	Enrolar			<input type="radio"/> Estampar
Gasar	Gasar e Desencolar	P01011	412,16 lts 46 % Gravado	<input type="radio"/> Branquear
Maturar	Maturar após Desencolagem			<input type="radio"/> Branquear extra
Branquear	Branquear			<input checked="" type="radio"/> Cores Reativos
Lavar/Mercerizar	Mercerizar para Tingir			<input type="radio"/> Cores Pigmentos
Secar	Secar			<input type="radio"/> Flanelas
Tingimento Foulard	Ting. Tecidos Mercerizados	T101 RFA/626	833,28 lts 93 % Gravado	<input type="checkbox"/> Quer usar infravermelhos na Ramula?
Maturar	Maturar após Tingimento			<input type="button" value="Resumo Custos"/>
Lavar/Mercerizar	Lavar (Reativos do Foulard)			<input type="button" value="Limpar"/>
Secar	Secar			
Ramulas	Acabar/Amaciar (Standard)	A00004	680,96 lts 76 % Gravado	
Calandrar	Frio			

Figura 38: Simulação de custos de um tingimento de reativos de um Percale com 2000 metros.

Ao clicar no botão “Resumo de custo”, aparecerá uma nova janela com o resumo dos custos de cada operação tal como o tempo previsto para esse artigo. Tal como se pode ver na Figura 39.

PERCALE 40/40 110X90						
Comprimento	2000 m	Largura cru	3,20 m	Gramagem	140g/m2	
Tempo Total	1 Dia(s), 16 Horas e 0 mins.	Largura final	3,10 m	Peso	896 kg	
Despesas Totais					591,97 €	0,30 €/m
Custos						
Receção	Fardo	Tempo	00 horas e 03 minutos	Total	2,31 €	
Enrolar	Enrolar	Tempo	00 horas e 51 minutos	Total	8,88 €	
Gasar	Gasar e Desencolar	Tempo	00 horas e 40 minutos	Total	20,02 €	
Maturar	Maturar após Desencolagem	Tempo	08 horas e 00 minutos	Total	3,37 €	
Branquear	Branquear	Tempo	01 horas e 02 minutos	Total	34,99 €	
Lavar/Mercerizar	Mercerizar para Tingir	Tempo	01 horas e 22 minutos	Total	35,07 €	
Secar	Secar	Tempo	00 horas e 08 minutos	Total	4,34 €	
Tingimento Foulard	Ting. Tecidos Mercerizados	Tempo	01 horas e 35 minutos	Total	336,60 €	
Maturar	Maturar após Tingimento	Tempo	24 horas e 0 minutos	Total	7,12 €	
Lavar/Mercerizar	Lavar (Reativos do Foulard)	Tempo	00 horas e 45 minutos	Total	30,41 €	
Secar	Secar	Tempo	00 horas e 08 minutos	Total	4,34 €	
Ramulas	Acabar/Amaciar (Standard)	Tempo	01 horas e 18 minutos	Total	102,61 €	
Revista	Em rolo	Tempo	00 horas e 04 minutos	Total	1,93 €	

Figura 39: Resumo dos custos de produção de tingimento de reativos de um Percale de 2000

No topo estão dispostas as informações do tecido, como a contextura, ponto, comprimento, largura em cru e final, gramagem e peso tal como o tempo total mínimo estimado para o artigo fazer o circuito completo.

Logo a seguir estão as informações do custo total do tecido e o custo por metro linear. Na parte central estão enumerados todas as secções selecionadas, as operações correspondentes, custo e também tempo previsto.

Se o utilizador clicar em “Detalhes” poderá ver a mesma informação mas mais detalhada. O exemplo de custos detalhados deste artigo pode ser visto na Figura 40.

Resumo Consumos													
	Tempo	Renda	Eletricidade	Iluminação	Ar Comp.	Pré Lavagen	Água	Vapor	Receita	Prod. Auxiliares	Gás	Salários	Custos Fixos
Fardo	00:03	0,51 €		0,01 €								0,29 €	1,50 €
Enrolar	00:51	2,18 €	0,11 €	0,04 €	0,04 €	0,03 €						5,00 €	1,50 €
Gasar e Desencolar	00:40	2,81 €	0,94 €	0,13 €	0,03 €	0,09 €		0,97 €	5,09 €		4,73 €	3,93 €	1,50 €
Maturar após Desencolag	09:00	1,26 €	0,62 €										1,60 €
Branquear	01:02	2,73 €	1,03 €	0,17 €	0,59 €	0,84 €	0,51 €	4,41 €		0,12 €		6,15 €	18,44 €
Mercerizar para Tingir	01:22	3,98 €	1,98 €	0,18 €	0,74 €	0,58 €	0,48 €	1,50 €		0,15 €		8,10 €	17,38 €
Secar	00:08	0,14 €	0,35 €	0,01 €		0,22 €		1,28 €				0,84 €	1,50 €
Ting. Tecidos Mercerizado	01:35	2,02 €	0,49 €	0,04 €	0,06 €	0,18 €			322,91 €			9,40 €	1,50 €
Maturar após Tingimento	24:0	4,05 €	1,57 €										1,50 €
Lavar (Reativos do Foulard)	00:45	2,18 €	0,80 €	0,10 €	0,35 €	0,58 €	0,59 €	0,41 €				4,44 €	20,96 €
Secar	00:08	0,14 €	0,35 €	0,01 €		0,22 €		1,28 €				0,84 €	1,50 €
Acabar/Amaciar (Standar)	01:18	6,32 €	3,82 €	0,12 €	0,26 €	1,87 €			39,81 €		33,88 €	15,44 €	1,50 €
Em rolo	00:04	0,02 €		0,01 €								0,40 €	1,50 €

Atualizar
Sair

Custo Total	591,97 €
Custo por metro	0,30 €/m
Tempo total de processamento	1 Dia(s), 16 Horas e 0 mins.
Ponto	PERCALE 40/40 110X90
Comprimento	2000 m
Gramagem	140g/m2
Largura Final	3,20 m
Largura Inicia	3,10 m

Figura 40: Consumos detalhados do tingimento de reativos de um Percale de 2000 metros.

Os custos estão divididos de acordo com o tipo de custo, para as situações que não existe qualquer custo, este simplesmente não aparece. Existe depois a possibilidade “sair” para escolher um circuito diferente e depois atualizar com a nova informação.

6.2.3 Fatores de custo

Na última página deste *software* encontra-se os custos das energias e também de alguns químicos essenciais nos acabamentos de um tecido. Esta secção pode ser alterada e gravada com as novas informações. Com esta função, mesmo que o preço de alguma matéria-prima ou energia se altere, o utilizador pode alterar no programa sem que com isso tenha de alterar o seu código.

Para alguns custos como eletricidade ou gás são fáceis de identificar, basta verificar as faturas dos meses passados. Porém existem outros custos que são a combinação de vários fatores. Os cálculos e proveniência dos valores encontram-se detalhados no Anexo F.

- Eletricidade – Média do valor por kWh faturado no último ano.
- Gás – Média do valor por kWh faturado no último ano convertido em metros cúbicos através da média do poder calorífico do gás nos últimos meses.
- Água – Custo proveniente da eletricidade consumida pelas bombas de extração de água dos nove furos e um poço que se encontra nas redondezas da fábrica
- Vapor de água – Custo constituído pela média do custo do consumo de gás natural para produzir uma tonelada de vapor de água das duas caldeiras, custo de 30% da água consumida pela à caldeira, pois os restantes 70% é condensado reaproveitado, custo correspondente à renda da área destas máquinas e a média do custo do consumo de eletricidade para produzir uma tonelada de vapor.

Estes custos são apresentados na terceira página do programa como se pode verificar na Figura 41. Os valores podem ser alterados e gravados.

The screenshot shows a software window titled "Consumos" with three tabs: "Dados do Artigo", "Circuito de produção", and "Factores de Custo". The "Factores de Custo" tab is active. It contains several input fields for costs in Euros (€):

- Eletricidade (kwh): 0,0543935 €
- Gás (m3): 0,378660976080813 €
- Água (m3): 6,23249198294398E-02 €
- Vapor (ton): 1,8056828148427 €

Below these is a section titled "Custo dos Químicos" with two columns of input fields:

Água Oxig. 50% (ml/l)	0,001725 €	Tanaterge ADAVANCE (ml/l)	0,0016445 €
Prote Plex FEO (ml/l)	0,00209088 €	Blankophor CO (ml/l)	0,002112 €
Prote Sperse A440 (ml/l)	0,0014431725 €	Rexamine CP 9102 AL (ml/l)	0,001148168 €
Soda Caustica 30°Bè (ml/l)	0,000131352 €	Prote Sperse RD5 (ml/l)	0,001253616 €
Soda Caustica 48°Be (ml/l)	0,000279496 €	Stabiron ASL (ml/l)	0,001142424 €

A "Gravar" button is located to the right of the main input fields. At the bottom right of the window, it says "Vaz da Costa - Acabamentos Têxteis - 2012".

Figura 41: Custo das matérias-primas mais utilizadas e das energias.

6.3 Algoritmo do software

O programa é baseado na informação de cada umas das *combobox*s e da posição relativa entre elas. Ao carregar no botão “Resumo de custos” o programa cria um vetor de secção escolhida, vetor de operações, vetor custo de banhos e um vetor de taxas de absorção. A dimensão deste vetor é igual ao número de operações selecionadas. Internamente também é criado um vetor de tipo de custos.

Para cada operação, o programa vai à base de dados verificar qual é o número correspondente a essa operação. A Figura 42 ilustra a base de dados existente.

Seq	Setor	Operações
001	Receção	Fardo
002	Receção	Folo
003	Receção	Tubo
004	Enrolar	Enrolar
005	Gasar	Gasar e Desencolar
006	Gasar	Desencolar
007	Gasar	Branquear a frio
008	Maturar	Maturar após Desencolagem
009	Maturar	Maturar após Tingimento
010	Tingimento Foulard	Ting. Tecidos Mercerizados
011	Tingimento Foulard	Ting. Tecidos n Mercerizados
012	Tingimento Jigger	Reativos Claro
013	Tingimento Jigger	Reativos Médios
014	Tingimento Jigger	Reativos Escuro
015	Tingimento Jigger	Dispersos Claro
016	Tingimento Jigger	Dispersos Médios
017	Tingimento Jigger	Dispersos Escuro
018	Tingimento Jigger	Cubas Claro
019	Tingimento Jigger	Cubas Médios
020	Tingimento Jigger	Cubas Escuro
021	Tingimento Jigger	Sulfuroso Claro

Figura 42: Tabela onde cada operação tem um código correspondente.

Para cada uma destas operações selecionadas o programa procura, numa tabela de custos, quais os consumos que cada operação tem, quais as características do artigo que dependem esse consumo e também o fator de consumo.

Para o tingimento em Foulard de tecidos mercerizados, correspondente ao número 010, o programa verifica quais os tipos de custos que tem através da tabela da Figura 43.

41	1040	009 Maturar	Maturar após Tingimento	009	Tempo	Nada	1440	
42	1041			009	Eletricidade	Nada	28,8	Valor direto
43	1042			009	Renda	T.processo	0,168759	Custo Direto
44	1043	010 Tingimento Foulard	Ting. Tecidos Mercerizados	010	Tempo	N.metros	0,021004	
45	1044			010	Eletricidade	N.metros	0,00455	
46	1045			010	Receita	Peso	0,78	
47	1046			010	Renda	T.processo	1,278476	Custo Direto
48	1047			010	Iluminação	T.processo	0,025312	Custo Direto
49	1048			010	Ar Comp.	T.processo	0,034942	Custo Direto
50	1049			010	Pré-Lavagem	Nada	0	
51	1050	011 Tingimento Foulard	Ting. Tecidos n Mercerizados	011	Tempo	N.metros	0,025312	
52	1051			011	Receita	Peso	0,78	
53	1052			011	Eletricidade	N.metros	0,034942	
54	1053			011	Renda	T.processo	1,278476	Custo Direto

Figura 43: Tabela que o programa usa para encontrar o consumo e gastos de uma determinada operação

Para o número 010 os consumos são tempo, eletricidade, receita do banho, renda, iluminação e ar comprimido. Na coluna seguinte encontram-se as características do artigo e do processo que condicionam o consumo. O tempo, por exemplo, depende exclusivamente do número de metros do artigo. Então automaticamente o programa seleciona o fator, 0.021004 e multiplica pelo número de metros inseridos inicialmente. No caso receita do banho, o processo repete-se contudo utiliza o peso do tecido, mas só se anteriormente não tiver sido indicada qual a taxa de absorção do tecido para este processo.

Para cada tipo de consumo é depois multiplicado pelo custo que se encontra na última página do programa ou se for um banho, a uma tabela que contem os custos dos banhos já predefinidos.

6.4 Conclusão do software

Com este *software* é possível agora calcular não só os custos energéticos com os consumos das várias matérias-primas como também determinar os custos indiretos de produção de qualquer artigo têxtil. Esta ferramenta presta um auxílio importante na orçamentação de qualquer tipo de acabamento tendo por base os custos reais de produção e adequados a cada tipo de artigo. Adicionalmente identifica o processo produtivo e conjunto de processos que trazem uma maior vantagem para a empresa. Com os tempos calculados por este *software* possibilita também uma maior exatidão no planeamento da produção.

Concluindo, esta nova ferramenta dá resposta ao objetivo principal da presente tese como também permite identificar quais os processos e máquinas responsáveis pelos maiores custos podendo assim serem criados projetos de melhoria que procurem o controlo de custos nestes setores.

7 Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros

7.1 Conclusões

O projeto realizado na Vaz da Costa permitiu a contabilização dos diversos consumos dos seus vários processos. Essa contabilização foi efetuada através da implementação das soluções de monitorização mais adequadas à empresa, tendo em conta a facilidade implementação, o custo e a precisão na medição de cada tipo de consumo.

Foram recolhidos e tratados os consumos de todos os circuitos de produção passíveis de se realizarem na empresa, por forma a ser possível a estimativa dos custos de acordo com as características de cada artigo.

Identificou-se o gás natural como sendo o principal responsável pelos custos energéticos podendo o seu peso variar entre 58% a 72% de acordo com o tipo de artigo e os processos a que este for submetido. A divisão dos custos totais de produção por processo permitiu concluir que o processamento na Ramula e os diversos tingimentos são as operações mais dispendiosas, devido ao elevado consumo do gás natural e o elevado custo dos produtos químicos e corantes utilizados nos acabamentos e nos tingimentos.

Foi possível constatar que a Vaz da Costa está ciente da importância da melhoria contínua da eficiência energética e eliminação dos desperdícios, através da contínua implementação de soluções que visam uma melhoria no aproveitamento dos recursos disponíveis.

Por fim, com vista a determinar os custos reais de produção adequados a qualquer cenário de produção, objetivo principal da presente tese, foi concebido um *software* que não só permite o cálculo de todos os custos diretos e indiretos de todos os artigos têxteis, podendo o utilizador simular qualquer circuito de produção como também identificar as escolhas de produção mais rentáveis no processamento. Esta ferramenta mostra-se importante para a orçamentação do acabamento de um artigo têxtil pois tem como base todos os custos reais de produção.

7.2 Perspectivas de trabalhos futuros

No contexto do projeto, existe todo o interesse em criar um sistema automático de monitorização dos vários consumos através de módulos de comunicação acoplados aos contadores já existentes. Este trabalho iria tornar mais exatos os consumos da empresa mas também daria a possibilidade de um controlo atual dos consumos através de um computador e do acesso à internet. Este projeto também iria facilitar as auditorias energéticas obrigatórias e permitir o tratamento de dados para o controlo de avarias através de variações abruptas dos consumos de alguma máquina. Seria também interessante a criação de um *software* que possibilitasse visualizar todas as máquinas e os custos, permitindo também o controlo de taxas de inatividade e taxas de produção.

Com vista a rentabilizar o processo produtivo teria todo o interesse a criação de um sistema em que permitisse ao operário dar a informação à secção de planeamento que um artigo têxtil estava prestes a ser terminado. Assim, em vez do operário ir buscar o próximo cavalete, seria nomeado alguém que ficava encarregue da distribuição dos cavaletes pelas várias máquinas. Com esta alteração era possível aumentar a taxa de produção da empresa, reduzir os custos energéticos inerentes de uma paragem da máquina, poupar nos custos de consumo de gás propano e nos custos de manutenção das empilhadoras. Com a alteração das empilhadoras a gás propano para gás natural poder-se-ia encontrar pontos de poupança consideráveis.

8 Referências

- Araujo, Mario, e E.M. de Melo Castro. *Manual de Engenharia Têxtil Volume II*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.
- ATP, Associação Têxtil e Vestuário de Portugal. *www.atp.pt*. 2011. <http://www.atp.pt/gca/index.php?id=18> (acedido em 07 de Março de 2012).
- BOVI. *www.bovi.pt*. 2012. <http://www.bovi.pt/main.php?id=4> (acedido em 07 de Março de 2012).
- Costa, Vaz da. *http://www.vazdacosta.pt/*. 2012. <http://www.vazdacosta.pt/> (acedido em 07 de Março de 2012).
- eFunda. *www.efunda.com*. 2012. http://www.efunda.com/designstandards/sensors/flowmeters/flowmeter_intro.cfm (acedido em 15 de Março de 2012).
- Guaratini, Cláudia C. I., e Maria Valnice B. Zanoni . *Corantes têxteis*. Araraquara : Departamento de Química Analítica - Instituto de Química - UNESP, 1999.
- INETI, Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial. *Guia Técnico - Setor Têxtil*. Guia Técnico, Lisboa: INETI, 2000.
- Infocontrol. “Electrónica e Automatismo Orçamento.” Leça do Balio, 01 de 03 de 2012.
- INOVASENSE. “Contadores Elétricos.” *Orçamento*. 2012.
- ISQ, Energia. “Relatório de Progresso Anual (período de Racionalização Energética:2007-2011).” Guimarães, 2010.
- MVA-Electrotecnia, Lda. “Orçamento de contadores electricos.” 01 de 03 de 2012.
- Sistimetra. “Orçamento de Caudalímetros de Líquidos.” 06 de Março de 2012.
- Spirax-Sarco. “The Steam and Condensate Loop.” *www.spiraxsarco.com*. 2012. www.spiraxsarco.com (acedido em 14 de Março de 2012).
- Troficolor, têxteis SA. “<http://www.troficolor.pt/>” *Troficolor*. 2012. <http://www.troficolor.pt/img/ficheiros/file/297.pdf> (acedido em 08 de Março de 2012).
- Webster, John G. *The measurement, instrumentation, and sensors handbook*. Springer Berlin Heidelberg, 1999.

9 ANEXO A: Descrição detalhada do processo produtivo

O processo têxtil é constituído por cinco etapas gerais de processamento.

- Produção fibras
- Produção de fio
- Produção de “tecido”
- Ultimação
- Confeção

A presente tese destina-se ao estudo energético dos processos de ultimação têxtil. Este setor tem como matérias-primas tecidos dos mais diversos tipos de fibras naturais e não naturais (algodão, lã, fibras sintéticas, artificiais e híbridos) sendo necessário que haja métodos de processamento para cada tipo de artigo de acordo com a sua constituição e modo de tecelagem. “A ultimação constitui, neste setor têxtil, a etapa mais complexa e a que envolve os mais diferenciados processos. Nesta etapa procede-se à preparação para o tingimento, a estamparia, os acabamentos químicos e os acabamentos mecânicos. [...] Existem, no entanto inúmeras empresas dedicadas exclusivamente aos processos de ultimação” (INETI 2000). Em seguida serão destacados quais as operações suscetíveis de serem feitas na Vaz da Costa e uma explicação sucinta dos seus objetivos, máquinas utilizadas e que tipos de consumos têm.

Tratamento prévio ou de preparação

O tratamento prévio ou preparação dos artigos têxteis consiste na eliminação das impurezas que as fibras contêm e na melhoria da estrutura do material de forma a estar apto para as operações posteriores. (Araujo e Castro 1987). Reportando para o caso em estudo, os artigos têxteis são rececionados em forma de rolos, fardos ou paletes, onde é criado no exato momento em que chegam, uma validação do inventário rececionado e o cruzamento das informações do artigo com os processos que vêm ser submetidos. É então criada uma ordem de fabrico que acompanha o cavalete ao longo dos vários processos.

Enrolamento

Para facilitar movimentos internos e de identificação, os artigos têxteis são enrolados em volta de um cavalete ao qual todas as máquinas estão ajustadas a essas dimensões.

Existem três máquinas enroladoras, todas elas têm consumos exclusivamente elétricos. Os artigos têxteis são agrupados de acordo com as operações que vão ser submetidas sendo por vezes necessário, coser as extremidades de modo a criar uma única peça aumentando a produtividade das seguintes operações. Estas máquinas foram desenhadas pela Vaz da Costa, capazes de enrolar pano até uma velocidade de 200 metros por minuto.

Gasagem

“A gasagem ou chamuscagem é uma operação destinada a eliminar as fibras soltas” (Araujo e Castro 1987). O tecido passa muito perto por uma chama, esta obtida por queima de gás, eliminando as fibras soltas melhorando o seu aspeto. Dependendo do tecido e da sua fibra, a chama é mais ou menos intensa bem como a velocidade do tecido. Este processo consome gás natural para a produção de chama, eletricidade e água para arrefecimento dos cilindros mais próximos da chama. A Gaseadeira presente na Vaz da Costa é da marca Osthoff, tendo o controlo automático de chama a toda a largura do tecido, temperatura e tempo.

Desencolagem

Este processo é efetuado logo após a gasagem onde se dá “ a eliminação da goma ou cola introduzida nos fios de teia”, esta é “uma fase fundamental do tratamento prévio.” (Araujo e Castro 1987). Para este processo é utilizado eletricidade para movimentar o tecido sobre o banho. A remoção das colas é feita por soluções alcalinas ou até enzimáticas a 80 °C, aquecidas através de vapor de água. O processo é efetuado na Gaseadeira.

Maturação

A maturação é a disposição dos artigos após tratamentos químicos em rolos que estão em constante movimento. Esta operação repete-se ao longo do circuito interno dos artigos e permite que os químicos absorvidos nas operações prévias adirem eficazmente ao tecido. Ao mesmo tempo previne o aparecimento de “barriga” no rolo, ou seja, depósito dos agentes químicos na base inferior das bobines. A maturação pode demorar de 6 horas até 24 horas em alguns tingimentos.

Mercerização

“Tratamento de artigos de algodão e/ou outras fibras naturais compostas por celulose numa solução de soda cáustica concentrada, sob tenção e à temperatura ambiente” (Troficolor 2012) Para uma maior qualidade, a mercerização pode ser efetuada numa máquina especialmente designada para o efeito, a mercerizadeira, ou num Foulard, ou seja, dispositivo que faz passar o artigo por balseiro com o banho desejado. Esta operação proporciona ao artigo maior brilho, maior resistência à tração e uma melhoria de absorção de corantes. A mercerizadeira para além de mercerizar também pode ser usada só para lavagem de tecidos usando apenas água aquecida por vapor de água, eletricidade e um detergente. A mercerização usa um depósito com soda cáustica e quantidades mínimas de anticalcário e um neutralizador de acidez. Na Vaz da Costa a máquina de mercerizar é da marca Benninger e tem um sistema automático de controlo de na densidade de soda cáustica e reaproveitamento dos efluentes alcalinos.

Fervura

“As gorduras, ceras, pectinas e sais minerais contidos nas fibras de algodão cru constituem um obstáculo às operações de ultimação.” (Araujo e Castro 1987) Com temperaturas superiores a 90°C (dependendo do artigo e a sua constituição) é removida todas as impurezas contidas no algodão através de banhos de soluções alcalinas, com peróxido de hidrogénio, hidróxido de sódio, dispersantes, água e estabilizadores. A máquina responsável por este tratamento é a máquina de branquear. Utiliza vapor de água para aquecer a água e eletricidade para movimentar o artigo. A máquina de branquear disponível na empresa também é da marca Benninger onde todo o doseamento dos produtos químicos é efetuado automaticamente.

Branqueamento

Este é um “tratamento que tem por fim eliminar o corante natural das fibras bem como o resto de cascas” (Araujo e Castro 1987) A remoção destas “cascas” é feita através de meios oxidativos já presentes no banho da fervura. A fervura e o branqueio são realizados na mesma máquina onde existe uma caixa especializada para o branqueio onde é inserido o branco ótico, agente corante fluorescente que se agrega à fibra.

Tingimento

“As operações que constituem a fase de tingimento consistem no tingimento propriamente dito e em lavagens sucessivas para eliminar o excesso de corantes e produtos químicos presentes no material a tingir” (INETI 2000) Existem várias formas de tingir, dependendo do artigo, gramagem, constituição e o corante a ser utilizado. O estudo do tingimento de um artigo envolve um aprofundado conhecimento sobre comportamentos das fibras, química, engenharia têxtil e das solicitações finais do artigo têxtil. Como tal, apenas será feita uma abordagem geral e focando nos tipos de tingimento que foram sujeitos ao estudo energético.

Tingimento reativo

“É um método de imprimir (fixar) um corante ou cera pelo uso de misturas onde são criadas cores. O processo de tingimento reativo apresenta como principal característica a fusão (reação química) dos corantes e pigmentos com a fibra.” (Troficolor 2012) Este tingimento é feito por um Foulard onde a reação é feita a frio, daí ter o nome de “*Pad-Batch*”. Para este processo é necessário soluções de corantes com silicatos e soda cáustica num banho de água e eletricidade para o movimento do artigo sobre o banho. Os Foulards de tingimento existentes na Vaz da Costa são da marca Kusters e permitem dosagem automática dos banhos, lavagens automáticas e controlo automático de temperatura.

Tingimento por cuba

Processo que resulta em extrema qualidade, destinado a artigos de grandes solicitações e resistência às lavagens (hospitais, hotelaria, etc.). Este tingimento é efetuado numa máquina de nome Jigger, máquina que controla a temperatura do banho e faz com que o artigo entre em contacto com o corante várias vezes, alternando processos de tingimento e lavagem. A cuba é um “corante insolúvel em água e é necessário primeiro a sua redução” (Guaratini e Zanoni 1999) através de um agente oxidante antes de serem aplicadas nas fibras. O aquecimento do banho é feito por vapor de água direto ou indireto dependendo da Jigger. Esta máquina é concebida de forma a poder realizar operações de preparação, branqueamento e tingimento em alta pressão. O movimento dos rolos é efetuado motores elétricos. Caso o artigo seja constituído também por poliéster, os corantes utilizados são chamados de dispersos que tem comportamentos parecidos com a cuba. Os banhos são aquecidos através de vapor de água e é usada eletricidade para movimentar o tecido entre dois rolos internos na máquina á semelhança de uma máquina de lavar. Na Vaz da Costa existem duas Jiggers de alta pressão, ambas de marca Tapa, contudo todo os seu *software* foi desenvolvido pelo gabinete técnico.

Tingimento por pigmentos

“ Os pigmentos não podem ser como verdadeiros corantes, pois nem são solúveis, nem apresentam qualquer substantividade¹ para com as fibras têxteis.” (Araujo e Castro 1987) O artigo passa pela Ramula, máquina dividida entre a secção inicial que submete os artigos aos pigmentos num Foulard e uma secção posterior seca o corante impregnado na fibra em várias câmaras aquecidas através de gás natural ou termo-fluído. Para este processo é necessário energia elétrica para o movimento do artigo e os químicos e corantes responsáveis pelo tingimento. Usualmente este processo é efetuado na Ramula, onde logo após o tingimento se dá o acabamento final também na Ramula. Esta máquina para além de definir a largura final do tecido, tingem, seca e aplica diversos acabamentos químicos ao artigo têxtil. Na Vaz da Costa, as Ramulas são da Bruckner e têm sistemas de recuperação de energia do sistema de exaustão através da recirculação do calor produzido para o interior da máquina. O sistema de endireitamento das tramas é da MAHLO e os Foulards da Kusters.

Tingimento por dispersos e reativos

Processo idêntico ao anterior descrito, na mesma máquina mas para artigos que contenham poliéster. A agregação entre o corante e as fibras sintéticas é feita por termo fixação. Este processo é realizado em tecidos com fibras sintéticas, em que o calor estabiliza as fibras de maneira a que se liguem com o tecido, fixando a estrutura dimensional. Os consumos energéticos são idênticos ao tingimento de reativos alterando apenas o banho.

Acabamentos

Após tingimento, os artigos são lavados e posteriormente acabados, contudo, um artigo pode chegar à fábrica já tingido (fios tintos), onde apenas é submetido a lavagens e acabamentos mecânicos e químicos. O aumento da estabilidade dimensional do tecido, brilho, cor, textura, toque e resistência são o resultado desta secção de acabamentos. Acrescentando um valor considerável ao produto. Podemos dividir os acabamentos em dois diferentes grupos: mecânicos e químicos.

Calandragem

É um tipo de acabamento mecânico que tem como função tirar os vincos ao tecido, ou seja, “ é fundamentalmente «passar a ferro» em contínuo, passando o tecido entre um rolo metálico aquecido e um rolo com certa elasticidade.” (Araujo e Castro 1987) A máquina responsável por este processo é a calandra. Existem duas disponíveis em que uma é movida e aquecida eletricamente ao passo que a outra o aquecimento é feito por vapor de água. Estas máquinas são também de marca Kusters e permitem regular a tensão e temperatura dos rolos.

Encolhimento por compressão

O processo de compressão de um tecido é efetuado numa máquina que tem o nome de Sanfor, cuja designação deriva do método que usa para estabilizar as dimensões do tecido ao comprido mesmo que depois de lavagens. A máquina é constituída por “uma tela de borracha que, graças ao seu arqueamento obriga o tecido, previamente humidificado, a comprimir-se” (Araujo e Castro 1987)

¹ Substantividade - afinidade

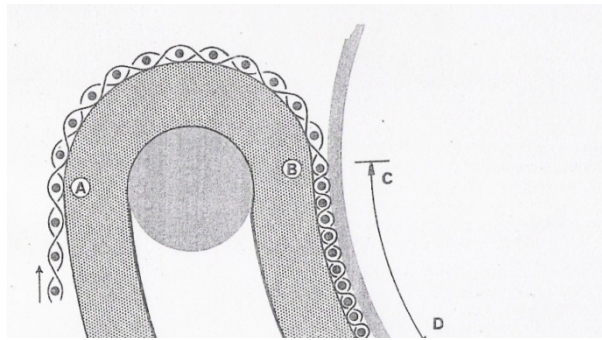


Figura 44: Método Sanfor. (Araujo e Castro 1987)

A-B Zona de sobrealimentação

C-D Zona de compressão

A máquina é movida eletricamente e é adicionado vapor para humidificação e aquecimento do tecido. Esta máquina, na Vaz da Costa, é da marca Teka e permite regulação automática da velocidade, temperatura, humidificação e estabilidade dimensional.

Secagem

Os mais variados artigos pode ser secos mais do que uma vez. A secagem é feita na secadeira de cilindros, método onde através de cilindros aquecidos por vapor de água, evaporam a água existente no tecido por contacto.

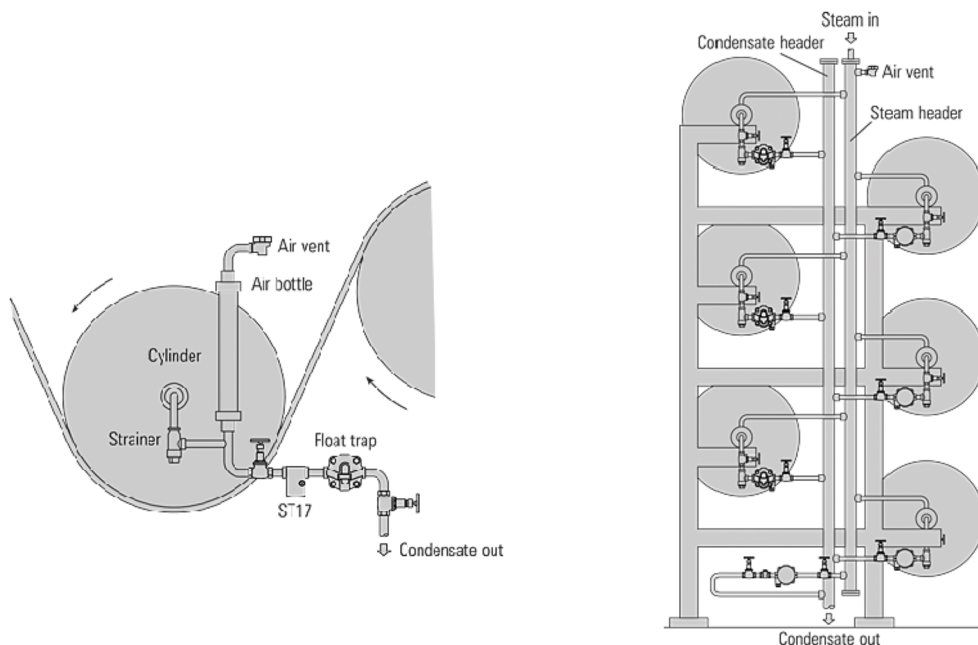


Figura 45: Esquema da Secadora de cilindros (Spirax-Sarco 2012)

Os cilindros são aquecidos a uma temperatura estimada de 120 °C por vapor de água enquanto o movimento é efetuado eletricamente.

Para uma melhor qualidade, a secagem também pode ser feita na Ramula. O tecido à entrada da máquina é fixo por cadeias que funcionam como pinças que controlam a largura do tecido ao longo do processo. A Ramula é constituída por três secções principais: o Foulard utilizado para tingir ou acabamentos químicos, a secagem a infravermelhos que pré-seca os tecidos mais grossos (secção opcional) e por fim, o secador onde se encontram as cadeias que definem as dimensões do tecido. Existem duas Ramulas movidas a eletricidade, uma é aquecida a gás natural a outra a termo-fluído.

Acabamentos químicos

Um artigo pode ter várias características únicas, concedidas pelo acabamento químico que o artigo sofreu. Anti-inflamável, anti-nódoas, anti-traças, com mais peso ou mais “fofo” são os melhoramentos através de químicos aplicados pela Ramula.

Revista

Após os vários acabamentos, os artigos são submetidos a um controlo de defeitos e posteriormente empacotados. Os artigos podem ser expedidos de diversas formas: enfiar a meio, que consiste em dobrar a meio a todo o comprimento, enfiar em rolo, enfiar à inglesa, que consiste em duas dobras consecutivas, em tábua ou os rolos dos mais diversos tamanhos. Para este efeito, existe duas máquinas de acondicionamento em rolo e duas Enfiadeiras, ambas movidas eletricamente. As Enfiadeiras são da marca Lazzati e têm sistemas automáticos de controlo das dimensões finais do artigo. As máquinas de acondicionamento em rolo foram criadas para Vaz da Costa e permitem controlo automático de defeitos e controlo de tensão regulável.

O artigo é então transportado para a área de expedição pronto para entregar ao cliente.

10 ANEXO B:Resumo de todas as máquinas, consumos e contadores existentes.

Área	Máquinas	Consumo	Contador
Empilhar	EMP01	Gás Propano	
	EMP02		
	EMP03		
	EMP04		
	EMP05		
	EMP06		
Secar	SEC01	Eletricidade	
		Vapor de Água	
Gaseadeira	GAS01	Gás Natural	Sim
		Água	
		Vapor de Água	
		Eletricidade	
Foulard	FOU01 FOU02	Eletricidade	
		Banhos Químicos	
Jigger	JIG01	Água	Sim
		Vapor de Água	
	JIG02	Eletricidade Banhos Químicos	
Branquear	BRA01	Vapor de Água	
		V. de Água Direto	
		Eletricidade	
		Banhos Químicos	
Mercerizar	MER01	Água	Sim
		Vapor de Água	
		Eletricidade	
Sanforizar	SAN01	Eletricidade	
		Vapor de Água	
Caldeira Vapor	CV01	Gás Natural	Sim
	CV02	Eletricidade	
Caldeira Termo Fluido	CTF01	Gás Natural	Sim
	CTF02	Eletricidade	

Área	Máquinas	Consumo	Contador
Enrolar	ENR01	Eletricidade	
	ENR02		
	ENR03		
Ramula	RAM01	Eletricidade	
		Termo Fluido Banhos Químicos	
	RAM02	Eletricidade	Sim
		Gás Natural Banhos Químicos	Sim
Calandrar	CAL01	Eletricidade	
	CAL02	Vapor de Água Eletricidade	
Revista	REV01	Eletricidade	
	REV02		
Enfestar	ENF01	Eletricidade	
	ENF02		
Maturação	MAT01	Eletricidade	
	MAT02		
	MAT03		
	MAT04		
	MAT05		
	MAT06		
Sanforizar	SAN01	Eletricidade	
		Vapor de Água	
Caldeira Vapor	CV01	Gás Natural	Sim
	CV02	Eletricidade	
Caldeira Termo Fluido	CTF01	Gás Natural	Sim
	CTF02	Eletricidade	

11 ANEXO C: . Características de funcionamento dos vários tipos de máquinas

Empilhadoras				
Código	Descrição	N. funcionários	Consumos	Observações
EMP01	Para cargas e descargas com pinças	1	Gás Propano	Sabe-se que uma botija de gás tem uma autonomia de 5h30 a 6h. Contabilizar os tempo de descarregar, carregar e transporte de cavaletes.
EMP02	Para cargas e descargas	1		
EMP03	Movimentações internas	1		
EMP04	Movimentações internas	1		
EMP05	Movimentações internas	1		
EMP06	Movimentações internas	1		

Enrolador					
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	Consumos	Observações
ENR01	Processa todo tipo de artigos	1	Rolo, Fardo e Palete	Electrico	Sendo ENR01 e ENR02 iguais mas apenas com adaptadores de entrada diferentes e para contabilizar as horas de serviço que cada tipo de artigo despense, será integrado um contador elétrico na maquina numero 01. Podendo assim contabilizar os custos de todos os tipos de artigos.
ENR02	Processa apenas rolos e fardos	1	Rolo e Fardo		
ENR03	Usada em casos excepcionais, apenas rolos	1 (Gaseadeira ou Enrolador)	Rolo		

Gaseadeira											
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	100% CO 30/30	100% CO Percal	100% CO Flanela	PES/CO 30/30	100% CO Cetim	Fios Tintos	Unidades	
GAS01	Processo de eliminação das fibras soltas dos algodões por queima	1	Queimador	18	20	n/p	12	20		mBar	
			Velocidade	120	70	n/p	120	100		m/min	
GAS01	Desencolagem, processo onde são retiradas das fibras, as colas que foram usadas na tecelagem		Banho	P 01011	P 01012	P 01011	P 01011				
			Temp	80	80	80	80	80			°C
Consumos	Gasear	Gás Natural									
		Água									
		Eletricidade									
	Desencolar	Vapor de Agua									
		Banhos químicos									

Maturação				
Código	Descrição	N. funcionários	Consumos	Observações
MAT01	6 Entradas	0	Elétrico/Hidráulico	Com o Potenciómetro, medir a energia gasta em duas ou mais áreas de maturação e tentar calcular o gasto por saída hidráulica por tempo
MAT02	6 Entradas	0		
MAT03	5 Entradas	0		
MAT04	6 Entradas	0		
MAT05	6 Entradas	0		
MAT06	5 Entradas	0		

Mercerizadeira										
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	100% CO 30/30	100% CO Percal	100% CO Flanela	PES/CO 30/30	100% CO Cetim	Fios Tintos	Unidades
MER01	A mercerizadeira funciona como maquina de lavar para quase todos os tecidos e para mercerizar os tecidos a tingir ou tecidos a pedido do cliente	1	Velocidade Lavar	80	80	80	80	80	80	m/min
			Velocidade M+L	40	40	40	40	40	40	m/min
			Banho (Mercerizar)	33	33	33	33	33	25	Be
			lavar fervidas (fios tintos)						50/50/50/50	ºC
			Lavar Cores 1ª vez	40/40/75/65	40/40/75/65	40/40/75/65	40/40/75/65	40/40/75/65	40/40/75/65	ºC
			Lavar Cores 1 vez	45/80/90/70	45/80/90/70	45/80/90/70	45/80/90/70	45/80/90/70	45/80/90/70	ºC
Lavar Cores 2ª vez	95/95/95/95	95/95/95/95	95/95/95/95	95/95/95/95	95/95/95/95	95/95/95/95	ºC			
Consumos	Mercerizar + Lavar	Água	Incorporado na Maquina							
		Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro							
		Vapor de Agua	Estimativa							
		Banhos químicos	Verificar autonomia de 1000 Litros de banho ou caudalimetro							
	Lavar	Água	Incorporado na Maquina							
		Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro							
		Vapor de Agua	Estimativa							
		Banhos químicos	Verificar autonomia de 1000 Litros de banho ou caudalimetro							

Branqueadora										
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	100% CO 30/30	100% CO Percal	100% CO Flanela	PES/CO 30/30	100% CO Cetim	Tecidos Grossos	Unidades
BRA01	Processo de branqueamento de Brancos e Meios-Brancos.	1	Velocidade	80	80	70		70	50	m/min
			Temperaturas	95/95/30/95/95/65	95/95/30/95/95/65	95/95/30/95/95/50-65	95/95/30/95/95/65	95/95/30/95/95/65	95/95/30/95/95/65	ºC
			Agua	Caixa 12	Caixa 13	Caixa 14	Caixa 18	Caixa 19	Caixa 20	
			Cores/Meios Brancos	0	3		0	2	4	l/kg
			1º Branqueio	0	3	Banhos	0	4	2	l/kg
			2º Branqueio	0	1		0	4	2	l/kg
Consumos	Branquear	Água	Incorporado na Maquina							
		Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro							
		V. de Agua Direto	Estimativa-O uso do vapor é direto durante 15 minutos para levar a temp. a 102ºC							
		V. de Agua	Estimativa - Aquecer águas até 50ºC a 95ºC							
		Banhos químicos	Existe 2 tanques com soda caustica e outro de molhante, agua oxigenada e Antifer. A cada 15 L existe uma recarga dos tanques e as concentrações são definidas à priori. Quanto aos banhos no branqueio de branco, existe um contador automatico de reforços							

Foulard											
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	100% CO 30/30	100% CO Percal	100% CO Flanela	PES/CO 30/30	100% CO Cetim	Fios Grossos	Unidades	
FOU01	Processo de tingimento por impregnação das fibras com o banho.FOU01 e FOU02 são iguais, contudo a primeira é mais antiga e também mais lenta.	1	Velocidade se mercerizado	60	60	n/s		60	25	m/min	
			Velocidade sem mercerizado	40	40	40		40	25	m/min	
Banhos			Silicatos - Soda Caustica - Corantes								
FOU02			Velocidade se mercerizado	60	60	n/s		60	30	m/min	
			Velocidade sem mercerizado	60	60	60		60	30	m/min	
			Banhos	Silicatos - Soda Caustica - Corantes							
Consumos	FOU01	Banhos químicos	Cada artigo que passa pelo Foulard tem um banho predefinido								
		Água	Incorporado no banho								
	FOU02	Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro								
		Banhos químicos	Tem um contador de silicatos, soda caustica e corantes incorporado								
			Água	Incorporado no banho							

Determinação de Custos Reais Associados a Cenários de Produção

Jigger			
Código	Descrição	N. funcionários	Observações
JIG01	Processo descontinuo de tingimento por reactivos, cuba e dispersos. Também branquei e lava. A JIG02 é mais velha que a JIG01 mas aquela tem um tanque de 400L, a mais nova de 850L.	1	O tempo ou velocidade de cada artigo, depende do tipo de artigo, do peso, dos corantes, da cor, do tamanho e da qualidade exigida. Contabilizar os gastos eletricos por metro de cada artigo vai depender de cada um destes factores. Põe-se a hipotese de fazer as medições na expectativa de encontrar um padrao de resultados que nos possam levar a alguma conclusão.
JIG02			
Consumos	JIG01	Banhos químicos	Sabe-se á priori qual o numero de litros usado para cada artigo
		Água	Incorporado no banho
		Vapor de Água	Usado em serpentina para aquecer e manter a temperatura do banho (Estimativa)
		Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro
	JIG02	Banhos químicos	Sabe-se á priori qual o numero de litros usado para cada artigo
		Água	Com contador
		Vapor de Água	Usado para manter a temperatura do banho (Estimativa)
		Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro
V. de Água direto	Usado para aquecer a temperatura do banho (Estimativa)		

Secadeira										
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	100% CO 30/30	100% CO Percal	100% CO Flanela	PES/CO 30/30	100% CO Cetim	Tecidos Grossos	Unidades
SEC01	Processo de secagem por contacto nos rolos aquecidos por vapor de água. Tempo de aquecimento, 15 minutos. Temperatura estimada de 120°C	1	Velocidade	100	65	30	100	100	30	m/min
			Observações	Quanto mais grosso é o tecido, menor a velocidade. Será que posso aplicar alguma formula?						
Consumos	Branquear	V. de Agua	Por estimativa							
		Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro							

Ramula											
	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	100% CO 30/30	100% CO Percal	100% CO Flanela	PES/CO 30/30	100% CO Cetim	Fios Tintos	Unidades	
RAM01	É utilizada para secar, dar estabilidade aos artigos, termofixar os artigos de fibras sintéticas, endireitar tramas, e é também utilizada para dar diferentes acabamentos químicos.	2	Infravermelhos	Para tecidos de maior gramagem							
			Velocidade	Depende de artigo para artigo, o suficiente para sair seco.							m/min
			Banho	Contentor de 670 L							
RAM02			2	Infravermelhos	Para tecidos de maior gramagem						
	Velocidade	Depende de artigo para artigo, o suficiente para sair seco.							m/min		
	Banho	Contentor de 750 L									
Consumos	RAM01	Eletricidade		Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro							
		Termo Fluido	Converter o Gás natural e elétrico usado nas caldeiras								
	RAM02	Banhos químicos	Sabe-se qual as concentrações das receitas e fazer a análise de quantos litros foram gastos por metro de tecido								
		Eletricidade	Com contador								
		Gás Natural	Com contador								
		Banhos químicos	Sabe-se qual as concentrações das receitas e fazer a análise de quantos litros foram gastos por metro de tecido								

Sanfor											
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	100% CO 30/30	100% CO Percal	100% CO Flanela	PES/CO 30/30	100% CO Cetim	Tecidos Grossos	Unidades	
SAN01	Processo que obriga o tecido humidificado a comprimir-se regulado as dimensões finais do tecido.	1	Velocidade	Entre 30 a 40 m/min, dependendo da grossura do tecido							m/min
			Temperatura Sanfor	Média 120							°C
			Temperatura Secador	Média 105							°C
Consumos	Sanforizar	Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro								
		V. de Agua	Estimativa - Aquecer ate 120 °C								

Calandra										
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	100% CO 30/30	100% CO Percal	100% CO Flanela	PES/CO 30/30	100% CO Cetim	Fios Grossos	Unidades
CAL01	Processo de passagem do tecido entre um rolo mecânico aquecido e um rolo com uma certa elasticidade. A CAL01 apenas funciona eletricamente e a CAL02 utiliza vapor de água para aquecer os rolos.	1	Velocidade	Média de 80 m/min						m/min
			Observações	Tudo depende da qualidade exigida pelo cliente						
CAL02			Velocidade	Média entre 50 a 70 m/min						m/min
			Observações	Tudo depende da qualidade exigida pelo cliente						
Consumos	CAL01	Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro							
	CAL02	Eletricidade	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro							
	CAL02	Vapor de Água	Estimativa							

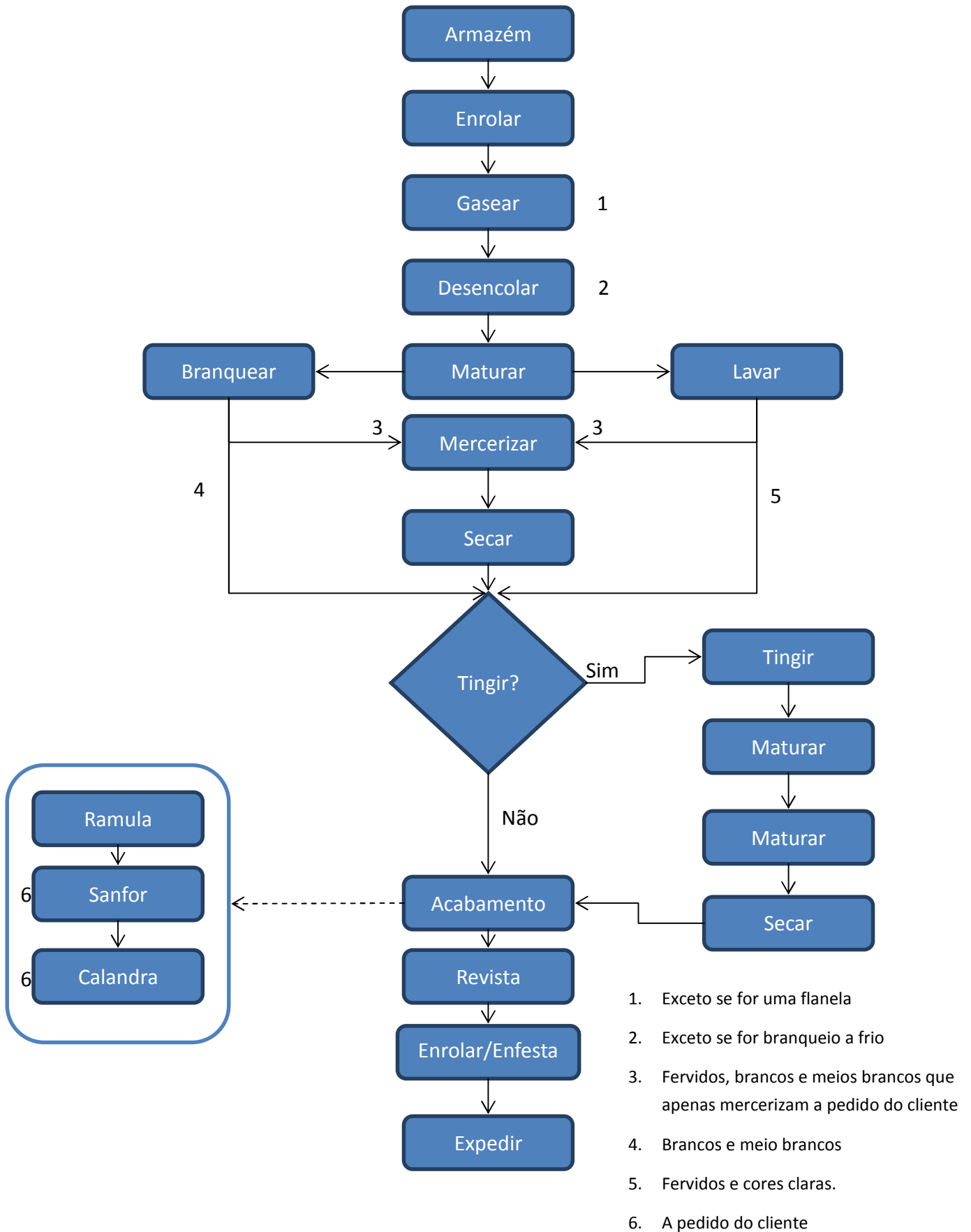
Revista Enrolamento					
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	Consumos	Observações
REV01	Processa rolos	1	50/80/100/120/150/200/500/1000 (m)	Elétrico	Tanto uma como a outra máquina são iguais. O custo envolvido é maioritariamente elétrico, contudo depende muito do tamanho do rolo como do operador. A minha proposta é criar um custo para 3 ou 4 rolos de tamanhos diferentes e fazer a estimativa dos restantes
REV02	Processa rolos	1	50/80/100/120/150/200/500/1000 (m)		

Revista Enfestadeira					
Código	Descrição	N. funcionários	Tipos de artigos	Consumos	Observações
ENF01	Processo de dobra do tecido nas condições exigidas pelo cliente. Com estas máquinas é possível enfiar a meio, rolo a meio, enfiar em tábua ou á Inglesa. O embalamento faz-se em simultâneo	2	Enfiar a meio para paletes, até 2000 m Enfiar a meio Parecido em tabua	Elétrico	Analogamente, fazer o mesmo estudo que nas máquinas de revista em rolo. Medir qual o custo energético inerente ao processamento de cada tipo de fabrico. Definir se é viável a estimação dos custos de uma máquina sabendo os custos da outra.
ENF02		2	Enfiar em tolo 25/40/60/80/150m Enfiar á Inglesa Cada peça com 50m Enfiar em tábua 25 a 50 m		

Caldeiras				
Código	N. funcionários	Fluido	Consumos	Observações
CTF01	0,5	Termo Fluido	Elétrico	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro
CTF02		Termo Fluido	Gás Natural	Com contador
CV01		Água	Elétrico	Instalar um contador fixo ou leitura com um potenciômetro
CV02		Água	Gás Natural	Com contador

Sistema de ar comprimido				
Código	N. funcionários	Fluido	Consumos	Observações
	0	Ar	Elétrico	Sabendo que todas as máquinas estão ligadas ao sistema de ar mas que consomem aproximadamente o mesmo, será feita medição do consumo energético da bomba e distribui um custo pelos metros de tecidos acabados nesse mesmo período

12 ANEXO D: Fluxograma do processo



14 ANEXO F: Cálculo dos custos dos diferentes tipos de consumos energéticos

Custos dos diferentes tipos de consumos				
Tipo de consumo	Proveniência da informação	Fator		Custo por unidade
Eletricidade (kWh) Vazio	Faturas	Hora e Estação do ano	Verão [00:00;02:00]	0,050397 €
Eletricidade (kWh) S/vaz		Hora e Estação do ano	Verão [02:00;06:00]	0,042282 €
Eletricidade (kWh) Vazio		Hora e Estação do ano	Verão [06:00;07:00]	0,050397 €
Eletricidade (kWh) Cheia		Hora e Estação do ano	Verão [7:00;9:15]	0,057062 €
Eletricidade (kWh) Ponta		Hora e Estação do ano	Verão [9:15;12:15]	0,063349 €
Eletricidade (kWh) Cheia		Hora e Estação do ano	Verão [12:15;24:00]	0,057062 €
Eletricidade (kWh) Vazio		Hora e Estação do ano	Inverno [00:00;02:00]	0,050397 €
Eletricidade (kWh) S/vaz		Hora e Estação do ano	Inverno [02:00;06:00]	0,042282 €
Eletricidade (kWh) Vazio		Hora e Estação do ano	Inverno [06:00;07:00]	0,050397 €
Eletricidade (kWh) Cheia		Hora e Estação do ano	Inverno [7:00;9:30]	0,057062 €
Eletricidade (kWh) Ponta		Hora e Estação do ano	Inverno [9:30;12:00]	0,063349 €
Eletricidade (kWh) Cheia		Hora e Estação do ano	Inverno [12:00;18:30]	0,057062 €
Eletricidade (kWh) Ponta		Hora e Estação do ano	Inverno [18:30;21:00]	0,063349 €
Eletricidade (kWh) Cheia		Hora e Estação do ano	Inverno [21:00;24:00]	0,057062 €
Gás (m3)		Faturas	Poder calorífica Médio kWh/m3	11,86318419
Gás Infravermelhos (m3)	Poder calorífica Médio kWh/m3		11,86318419	0,378661 €
Água (l)	Gasto elétrico das bombas de extração	Litros num m3 de água (densidade=1)	1000	0,000062 €
Vapor (Ton) CV1	Medições de caudais efetuadas	Produção de vapor por m3 (m3/Ton)	28,43131705	0,907499 €
Vapor (Ton) CV1 renda	Fatura e a área das caldeiras	Produção Ton por hora médio	6,333609047	0,348403 €
Vapor (Ton) CV1 30% água	Estudo energético efetuado na empresa	Custo de 30% de uma tonelada de água	0,06 €	0,018697 €
Vapor (Ton) CV1 Eletricidade	Medições de efetuadas	Consumo de kWh para produzir 1 Ton	2,447261883	0,133502 €
Vapor (Ton) CV2	Medições de caudais efetuadas	Produção de vapor por m3 (m3/Ton)	36,6757268	1,170653 €
Vapor (Ton) CV2 renda	Fatura e a área das caldeiras	Produção Ton por hora médio	3,010310247	0,733031 €
Vapor (Ton) CV1 30% água	Estudo energético efetuado na empresa	Custo de 30% de uma tonelada de água	0,06 €	0,018697 €
Vapor (Ton) CV2 Eletricidade	Medições de efetuadas	Consumo de kWh para produzir 1 Ton	5,148970945	0,280884 €

15 ANEXO G: Cálculo dos custos dos diferentes fatores de consumo para os vários processos.

Processo	Tempo (min)			Eletricidade (kwh)			Gás (m3)			Gás Infravermelhos (m3)			Água (l)			Banho (l)			Vapor (ton)			Soda Caustica (l)			Silicatos (l)						
	Variáveis dep.	Equação	Erro	Variáveis dep.	Equação	Erro	Variáveis dep.	Equação	Erro	Variáveis dep.	Equação	Erro	Variáveis dep.	Equação	Erro	Variáveis dep.	Equação	Erro	Variáveis dep.	Equação	Erro	Variáveis dep.	Equação	Erro	Variáveis dep.	Equação	Erro				
Recp./exped.acabam.	Descarga Fardo	n.artigos	0,4623*n.artigos	5%		0	0%		0		0			0			0			0											
	Descarga Rolo	n.artigos	0,4727*n.artigos	2%		0	0%		0		0			0			0			0											
	Descarga Tubo	n.artigos	1,8181*n.artigos	49%		0	0%		0		0			0			0			0											
Enrolador 01	Enrolar	gram/comp	comp/(0,164*gram+77)	9%		0,0008171*comp	21%		0		0			0			0			0											
Enrolador 02	Enrolar	gram/comp	comp/(0,164*gram+77)	9%		0,0008171*comp	21%		0		0			0			0			0											
Gaseadeira	Gasagem+Desencolagem	comp	0,0147*comp	23%	comp	0,00635*comp	19%	comp	0,00481*comp	22%				0		Peso	0,7150*Peso	107%	Peso	0,0003159*Peso	46%										
	Desencolagem	comp	0,0147*comp		comp	0,002*comp			0					0		Peso	0,7150*Peso		Peso	0,0003159*Peso											
	Branqueio a frio	comp	0,0147*comp		comp	0,00635*comp		comp	0,00481*comp					0		Peso	0,7150*Peso														
Maturação	Maturar da Desencolagem		480	0%		9,6			0					0			0			0											
	Maturar do Tingimento		1440	0%		28,8			0					0			0			0											
Foulard 01	Ting. Tecidos Mercerizados	comp	0,01880*comp	9%		0,004073*comp	9%		0					0		Peso	0,7542*Peso	28%						Peso	0,01843*Peso	32%	Peso	0,04769*Peso	32%		
	Ting. Tecidos n Mercerizados	comp	0,01880*comp			0,004073*comp			0					0		Peso	0,7542*Peso								Peso	0,01843*Peso		Peso	0,04769*Peso		
Foulard 02	Ting. Tecidos Mercerizados	comp	0,01880*comp			0,004073*comp			0					0		Peso	0,7542*Peso								Peso	0,01843*Peso		Peso	0,04769*Peso		
	Ting. Tecidos n Mercerizados	comp	0,01880*comp			0,004073*comp			0					0		Peso	0,7542*Peso								Peso	0,01843*Peso		Peso	0,04769*Peso		
Jigger 01	Reactivos Claro								0					0																	
	Reactivos Médios								0					0																	
	Reactivos Escuro								0					0																	
	Dispersos Claro								0					0																	
	Dispersos Médios								0					0																	
	Dispersos Escuro								0					0																	
	Cubas Claro								0					0																	
	Cubas Médios								0					0																	
	Cubas Escuro								0					0																	
	Sulfuroso Claro								0					0																	
	Sulfuroso Médios								0					0																	
	Sulfuroso Escuro								0					0																	
	Dispersos+ Reactivos Claro								0					0																	
Dispersos+ Reactivos Médios								0					0																		
Dispersos+ Reactivos Escuro								0					0																		
Jigger 02	Reactivos Claro								0					0																	
	Reactivos Médios								0					0																	
	Reactivos Escuro								0					0																	
	Dispersos Claro								0					0																	
	Dispersos Médios								0					0																	
	Dispersos Escuro								0					0																	
	Cubas Claro								0					0																	
	Cubas Médios								0					0																	
	Cubas Escuro								0					0																	
	Sulfuroso Claro								0					0																	
	Sulfuroso Médios								0					0																	
	Sulfuroso Escuro								0					0																	
	Dispersos+ Reactivos Claro								0					0																	
Dispersos+ Reactivos Médios								0					0																		
Dispersos+ Reactivos Escuro								0					0																		
M. Lavar	Mercerizar para Tingir	comp	0,0318*comp	8%	comp	0,01659*comp	8%		0				Peso	8,0560*Peso	5%	Peso	0,1075*Peso	8%	comp	0,000375*comp	10%	Peso	0,2895*Peso	7%				0			
	Mercerizar para Branco	comp	0,0311*comp	11%	comp	0,01627*comp	8%		0				Peso	8,1203*Peso	5%	Peso	0,1094*Peso	8%	comp	0,000419*comp	16%	Peso	0,3168*Peso	11%				0			
	Mercerizar fios tintos	comp	0,0295*comp	16%	comp	0,03658*comp	94%		0				Peso	14,246*Peso	49%	Peso	0,1927*Peso	45%	comp	0,000553*comp	78%	Peso	0,6188*Peso	107%				0			
	Lavar (Fios tintos ou cru natural)	comp	0,0125*comp	3%	comp	0,00670*comp	7%		0				Peso	5,7912*Peso	22%		0		comp	0,000093*comp	18%						0				
	Lavar (Reactivos do foulard)	comp	0,0140*comp	13%	comp	0,00665*comp	1%		0				Peso	9,6916*Peso	11%	Peso	0,0921*Peso	24%	comp	0,000226*comp	21%					0					
	Lavar (Do branqueio a frio)	comp	0,0130*comp	6%	comp	0,00605*comp	10%		0				Peso	11,192*Peso	38%	Peso	1,1068*Peso	276%	comp	0,000155*comp	18%					0					
M. Branquear	Branquear	comp	0,01851*comp +15	18%	comp	0,00861*comp	7%		0				9,0535*Peso	1%		0,2289*Peso	23%		0,000816*comp	16%							0				
	Para brancos (Combranco optico)	comp	0,01851*comp +15	18%	comp	0,00861*comp	7%		0				9,0535*Peso	1%		0,2289*Peso	23%		0,000816*comp	16%	Branco Ótico	0,085*Peso	0%				0				
	Flanelas Amaciamento	comp	0,02214*comp +15	32%	comp	0,00947*comp	5%		0				11,000*Peso	0%		0,2939*Peso	11%		0,000827*comp	17%	Amaciador	0,137*Peso	0%				0				
	Percal Bovi	comp	0,02077+0,02293*comp+15		comp	(0,00803+0,09426)*comp			0				(20+9,1953)*Peso			0			(0,000816+0,000827)*Peso		A440	0,137*Peso	0%				0				
Secadeira	Secar	Peso Linear 2	0,08657*comp*gram/1000	14%	Comp	0,002645*comp	16%		0				0						0,0004460*Peso	15%							0				
Ramula 01	Secagem	Peso	0,0672*Peso	28%	comp	0,0306*comp	147%	Peso	0,0418*Peso	63%	Peso	0,01802*Peso		0					0									0			
	Acabar/Amaciar (Standard)	Peso	0,0480*Peso	28%	comp	0,0207*comp	32%	Peso	0,0398*Peso	21%	Peso	0,01802*Peso	22%	0		Peso	0,6783*Peso	16%		0							0				
	Acabamento Quimico	Peso	0,0748*Peso	29%	comp	0,0415*comp	18%	Peso	0,0460*Peso	12%	Peso	0,02995*Peso	12%	0		Peso	0,6652*Peso	7%		0							0				
	Acabamento Teflon	Peso	0,0748*Peso		comp	0,0415*comp		Peso	0,0460*Peso		Peso	0,02995*Peso		0		Peso	0,6652*Peso			0							0				
Ramula 02	Secagem	Peso	0,0672*Peso	28%	comp	0,0306*comp		Peso	0,0418*Peso		Peso	0,01802*Peso		0					0									0			
	Acabar/Amaciar (Standard)	Peso	0,04928*Peso	20%	comp	0,02026*comp	29%	Peso	0,0736*Peso	60%	Peso	0,01802*Peso		0		Peso	0,7410*Peso	45%		0							0				
	Acabamento Quimico	Peso																													